



№3 - 2023

НАУЧНО • ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПУБЛИКАЦИИ

научно-практический журнал

г. Воронеж

Журнал «Научно-исследовательские публикации» посвящен научно-практическим вопросам развития народного хозяйства. Наибольший интерес для журнала предоставляют научно-практические и технические достижения, которые могут быть внедрены в жизнь, как следствие, и благосостояния общества.

Языки: Русский, английский

Количество статей в журнале: до 35. Количество выпусков в год: 6

Журналу присвоен ISSN печатной версии 2308-1732;

Журнал печатается в г. Воронеже

Рубрики издания:

- * строительство и архитектура;
- * сельское хозяйство, животноводство;
- * пищевая промышленность, технология производства;
- * биологическое разнообразие и промысловое хозяйство;
- * современные информационные технологии;
- * технические науки;
- * вопросы безопасности;
- * радиотехника и радиоэлектроника, системы и устройства средств связи.

В отдельный список реферируемых изданий (журналы ВАК) журнал не входит. Все статьи, учитываются ВАК как печатный труд при защите диссертационных работ.

Языки: Русский, английский

Количество статей в журнале: до 25. Количество выпусков в год: 4

ISSN онлайн-версии 2308-4650

Учредитель и издатель: Кручинин Сергей Владимирович - Директор ООО «Тьюринг», г. Воронеж, кандидат политических наук

Адрес: 394016, г Воронеж, 45 Стрелковой дивизии, 226А, 109

© Общество с ограниченной ответственностью «Тьюринг», г. Воронеж

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Кручинин Сергей Владимирович,
директор ООО «Тьюринг», г. Воронеж, кандидат политических наук

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Бударин Евгений Леонидович,
доцент кафедры строительства и кафедры дизайна, Северо Кавказский федеральный университет

Жаркова Сталина Владимировна,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент ВАК, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства и защиты растений, ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет

Ковтунова Наталья Александровна,
ведущий научный сотрудник Кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

Ксенофонтова Татьяна Кирилловна,
кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Пенджиев Ахмет Мырадович,
кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАЕ член корреспондент РАЕ академик Международной академии наук экологической безопасности жизнедеятельности, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

Смятская Юлия Александровна,
кандидат технических наук, доцент Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Института биомедицинских систем и биотехнологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Хахина Анна Михайловна,
доктор технических наук, доцент кафедры «Компьютерные интеллектуальные технологии», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт компьютерных наук и технологий (ИКНТ)

Хацаева Раиса Мусаевна,

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, зав. кабинетом электронной микроскопии

Чудаков Алексей Владимирович,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ

Корнев Сергей Михайлович, Шмакова Арина Юрьевна. МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ. ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 7

Лобанова Полина Станиславовна, Кондрашева Ксения Валентиновна, Буриев Салимжан Самеджанович, Алимов Жахонгир Эгамкул угли. ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСУШЕННОМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ 12

СТРОИТЕЛЬСТВО

Басыров Марат Наелевич, Богатов Виталий Юрьевич. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ СТЫКОВ ПЛИТ НАРУЖНЫХ ПАНЕЛЕЙ В ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ 20

Лозовский Александр Александрович. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВНЫХ СТАДИЯХ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА 24

Ломоносов Сергей Евгеньевич, Шевченко Николай Витальевич, Мурзин Дмитрий Геннадьевич, Ломоносова Елизавета Сергеевна. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ В Г. СЕВАСТОПОЛЕ С УЧЕТОМ ПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ 27

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Будко Степан Игоревич. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЛАВКЕ ГОЛОЛЁДА НА ПРОВОДАХ ЛЭП 34

Головина Наталия Сергеевна, Бурухина Оксана Владиславовна. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УЗЛА ОТПАРНОЙ КОЛОННЫ УСТАНОВКИ ГИДРОКРЕКИНГА ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА 42

Горбунов Никита Владимирович. ВЫБОР ОПТИМАНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕГРУЗКИ КОНТЕЙ-НЕРОВ С МЕДЬЮ В ДУДИНСКОМ МОРСКОМ ПОРТУ ЗАПОЛЯРНО-ГО ТРАНСПОРТНОГО ФИЛИАЛА ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИ-КЕЛЬ» 45

Гутник Михаил Михайлович, Васильев Василий Дмитриевич, Булысова Людмила Александровна. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕМОНТА ГОРЕЛОК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ ИНОСТРАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ПОСТАВОК УЗЛОВ. 50

Демакина Ирина Игоревна, Фисенко Борис Викторович, Моршнева Александр Юрьевич. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ УНПО «МУММОВСКОЕ») 57

Демакина Ирина Игоревна, Фисенко Борис Викторович, Моршнева Александр Юрьевич. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ДУХОВНИЦКОГО МР САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ 60

Плюхин Алексей Михайлович, Тиунов Виталий Сергеевич, Исайчева Алена Валерьевна, Монид Елена Викторовна. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ ДЛЯ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ 63

Сандакова Дарима Митьповна. ОЦЕНКА МИГРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В РУДНИЧНЫХ ВОДАХ ЕРМАКОВСКОГО ФЛЮОРИТ-БЕРИЛЛИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	70
Сынчиков Дмитрий Сергеевич. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛНИЕОТВОДА ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	78
Третьяков Александр Анатольевич. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ И РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ И В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ	82
Фасхутдинов Руслан Минсеферович, Ризаев Ильдус Султанович. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	85
Филатов Евгений Валерьевич, Холодов Петр Николаевич, Подвербный Вячеслав Анатольевич. ПРОГРАММА РЕД_PROGNOZ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ РАЗМЫВА УЧАСТКОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ УЛАН-БАТОРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	90

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ

УДК: 62 – 404.1

МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ. ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Корнев Сергей Михайлович

*К.п.н., доцент кафедры энергообеспечения сельского хозяйства,
Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
Инженерно-технологический институт*

Шмакова Арина Юрьевна

*Студент, Государственный Аграрный Университет Северного Зауралья,
Институт биотехнологий и ветеринарной медицины*

В данной публикации приведён тщательный и детальный анализ исследований воздействия магнитного поля на воду. Представлено описание свойств воды, обработанной магнитным полем. Также предоставлена информация об эффективности использования магнитной обработки воды, с целью повышения производительности предприятий аграрного сектора. Выявлена эффективность применения воды, обработанной магнитными устройствами, в животноводстве и птицеводстве. Данная статья написана с целью популяризации магнитной обработки воды в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: *Магнитная обработка воды, намагниченная вода, обработка воды, сельское хозяйство, сельскохозяйственный сектор, влияние намагниченной воды, магнитные приборы, магнитные технологии, магнитное поле.*

Магнитная обработка воды – это процесс целенаправленного применения магнитных полей для влияния на воду. При определенных показателях магнитной индукции и скорости движения воды возникает эффект магнитогидродинамического резонанса. Совпадение частоты силы Лоренца и естественной вибрации воды вызвало второй фазовый переход – изменение структуры вещества без изменения его агрегатного состояния.

В воде с магнитной обработкой существенно повышается эффективность

процесса, широко используемого в различных технических установках. В намагниченной воде ускоряется процесс флокуляции, коагуляции, а также повышается эффективность фильтрации и экстракции. Магнитная обработка замедляет процесс коррозии, существенно снижает скорость роста минеральных и биологических отложений, а также снижает эксплуатационные расходы и энергоёмкость производства.[5] Комитет по вопросам здравоохранения Российской Федерации рекомендует использовать магнитную обработку питьевой воды.

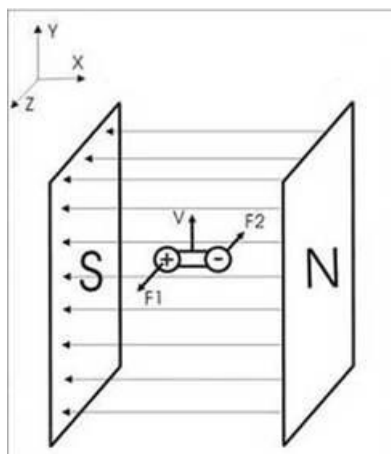


Рисунок 1 – Поведение молекулы воды в магнитном поле

Использование простейшего магнитного устройства для намагничивания питьевой воды может значительно повысить эффективность животноводческих предприятий. Уже есть проведённые исследования, в которых применение

магнитной обработки питьевой воды отмечено хорошими результатами: значительным снижением заболеваемости животных, особенно молодняка. Уменьшение количества жира, дистрофии печени и увеличение размеров самцов.[4]

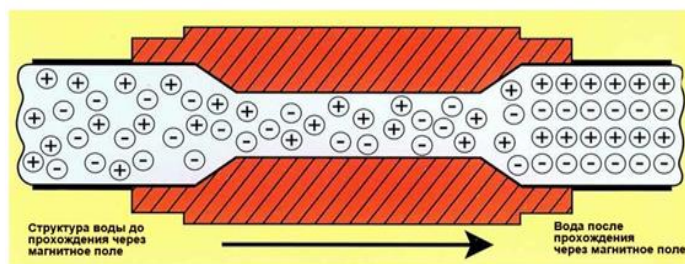


Рисунок 2 – Магнитная обработка воды в непрерывном потоке

По данным профессора, конструктора магнитных приборов и систем Ткаченко Ю.П., представленным в книге «Магнитные технологии в сельскохозяйственном секторе» 2016 года:

– В объединении «Чеченингушвино», город Грозный проведены промышленные опыты по выкармливанию поросят кормом, обработанным в магнитотроне. «Среднесуточные привесы поросят по отношению к контрольным составили: двухмесячных на 52,2%, трехмесячных на 30,2%, десятимесячных на 1,5. Прибавка урожая ячменя на полях этого же объединения при предпосевном намагничивании составила:

- при высеве в день намагничивания, урожай возрос на 4.0 ц/га;
- при высеве на 5 день после намагничивания урожай возрос на 1.8% ц/га»- писал Б. Переляков.

– В воронежском СХИ, трест «Птицепром» на двух птицефабриках

исследовано биостимулирующее воздействие намагниченной воды на продуктивность птицы: в одной половине каждого цеха куры получали обычную воду, в другой – намагниченную. За два года обследовано 48 тыс. кур. Средняя яйценоскость опытных птиц по отношению к контрольным возросла на 7% .

– В АО НИИГипрохим и С.-Петербургском Аграрном университете проведены две серии опытов, в каждой из которых были две группы животных: по 8 голов кроликов породы «Белый пеликан». Опытные группы кроликов получали намагниченную воду, корм, приготовленный на намагниченной воде и корм, выращенный при поливе намагниченной водой. Рацион контрольных групп был тем же, только без намагничивания. Обработка результатов показала (опыт к контролю), что коэффициент перевариваемости и усвоения пищи возрос на 4%, среднесуточный привес возрос на 10%, улучшились вкус мяса и качество шкурок, потребность воды для питья снизилась в 2

раза. Намагниченная вода имеет повышенные: биологическую активность, растворяющие свойства, шлаковыводящие способности и усваиваемость организмом растворимых неорганических солей – считают исследователи. При поливе намагниченной водой урожайность злакобобовой смеси возросла на 40% с измененной концентрацией натрия, магния, цинка, меди, азота и фосфора.[6]

Таким образом, многолетний опыт применения магнитной обработки в сельском хозяйстве, убедительно доказал, что:

- заметно укрепляется иммунитет животных, снижается заболеваемость;
- увеличиваются яйценоскость птиц, привес животных, удои, улучшается качество молока;
- существенно сокращается потребность (а в отдельных случаях и полностью отпадает) в гормональных стимуляторах и антибиотиках в животноводстве, птицеводстве и рыбоводстве.

Нет сомнений в том, что использование магнитной очистки воды в сельскохозяйственном производстве чрезвычайно полезно. Также хотелось бы отметить дешевизну и простоту устройства для магнитной обработки. Высокопроизводительные устройства могут широко использоваться в различных областях сельского хозяйства даже при отсутствии строгой теории о механизме воздействия магнитных полей на воду.

Магнитное устройство устанавливается в систему очистки воды без изменения конструкции оборудования и является совершенно безопасным. Благодаря своей уникальной конструкции, где система магнитов определенным образом установлена вдоль оси устройства, в магнитной системе на

проходящую воду действует магнитное поле определенной конфигурации, которое распределяется по потоку. Магнитные элементы заключены в корпус из нержавеющей стали и поэтому очень долговечны и не требуют технического обслуживания[7]

Вода, обработанная в магнитной системе, не изменяет солевой состав и не требует каких-либо химических реагентов, поэтому метод магнитной обработки воды в системах очистки воды абсолютно безопасен для окружающей среды.[2]

Магнитные системы имеют существенные преимущества:

- нет необходимости в обслуживании;
- внешний источник питания не требуется;
- может быть легко интегрирован в систему очистки воды (трубопровод) с помощью фланцевого или резьбового соединения, состоящего из высококачественных элементов отечественного производства;
- их установка не требует специальных инструментов.

При использовании магнитных устройств в системе очистки воды обеспечивается следующий эффект:

- вода, обработанная магнитным устройством, не допускает попадания отложений накипи на внутренние поверхности нового теплообменного оборудования и коммуникаций;
- вода, обработанная магнитным устройством, удаляет образовавшийся налет с оборудования и приборов, уже находящихся в эксплуатации, растворяя старые отложения налета. Образующийся рыхлый осадок удаляется путем продувки или иным образом.

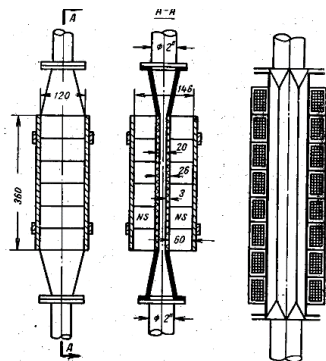


Рис. 16. Аппарат для магнитной обработки воды, собираемый из магнитных кубиков 60×60×60 мм.

Рис. 17. Аппарат для электромагнитной обработки воды

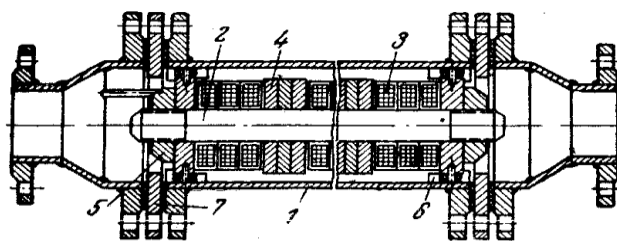


Рис. 5-15. Схема аппарата для магнитной обработки жидкости конструкции ВОДГЕО, автор Кучеренко Д. И.

1 – конус; 2 – сердечник; 3 – катушка; 4 – полюс; 5 – гайка; 6 – упор; 7 – фланец.

Рисунок 3 – Принцип действия магнитного устройства на воде

Проходя по трубам и через различные устройства, вода, особенно нагретая, вызывает

выделение на внутренних поверхностях труб, твердого, трудно удаляемого осадка, так

называемого "котлового камня". Выпавший "камень" сужает диаметр труб, вызывает коррозию и ухудшает условия теплообмена.

В системе очистки воды сконфигурированное магнитное поле, создаваемое мощными постоянными магнитами, действует на воду, проходящую через магнитное устройство. Под действием магнитного поля меняются физические свойства воды – содержащиеся в ней вещества (силикаты, соли магния и кальция) теряют способность образовываться в виде плотного камня (накипи) и удаляются потоком воды из зоны нагрева под действием магнитного поля, форма легко удаляемого рыхлого осадка. Магнитное поле, создаваемое магнитным устройством в системе очистки воды, действует на растворенные в воде бикарбонатные анионы, удерживая их в коллоидной форме. Это вызывает процесс кристаллизации непосредственно в массе воды, а не на стенках труб или других поверхностях, таких как нагревательные устройства. Этот процесс более известен как "объемная кристаллизация".[5]

Магнитное устройство активирует молекулы воды, воздействуя на них сильнейшим "магнитным полем", снижая поверхностное натяжение воды и создавая режим пресной воды. Таким образом, в

системе очистки воды происходит процесс растворения обычно нерастворимой окалины и тесно связанных минеральных отложений. Прочный кристаллический кальцит образуется в более слабом и мягком растворе, который выводится с водой, текущей по открытой системе с прямым потоком. Его можно фильтровать, мыть или механически очищать в закрытой системе циркуляции.

Магнитное устройство в системе очистки воды очищает тепловое оборудование от старых отложений накипи. Также защищает их или новые коммуникации от вредного воздействия отложений накипи и электролитической коррозии. Магнитное устройство позволяет уменьшить количество используемых химических веществ или полностью исключить их использование. Магнитное устройство в системе очистки воды подавляет бактерии, что благотворно влияет на продолжительность жизни человека благодаря использованию воды в естественном состоянии, с большей насыщенностью кислородом, без соли, более здоровой и с улучшенным вкусом.[1]

Магнитное устройство используется в промышленных системах очистки воды, бассейнах, автомойках, бытовом оборудовании, ирригационных системах, очистных сооружениях и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов С. Н. Определение эффективности обработки воды магнитным полем / Методы и технические средства повышения эффективности применения электроэнергии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр./ Ст.ГАУ. – Ставрополь, 2008.
2. Гурницкий В.Н. Влияние магнитного поля на жесткость воды / Гурницкий В.Н., Никитенко Г.В., Атанов И.В, Антонов С.Н. // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК / Сб. науч. тр., СГСХА. Ставрополь, 2001.
3. Тебенихин Е.Ф. Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. – М.: Энергия, 1977.
4. Тогубицкий В.Г. Магнитная вода: еще один способ приготовления // Химия и жизнь. 1975.
5. Мосин О.В. Получение структурированной воды, 15.03.2012- Электронный ресурс – o8ode.ru (дата обращения -15.03.2023)
6. Ткаченко Ю.П. Магнитные технологии в сельскохозяйственном секторе, 2016.
7. Тебехин Е.Ф и Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике – М.: «Энергия», 1970. с.92-110
8. Магнитная обработка воды. Магнитная водоподготовка. – Режим доступа: <https://www.svarog-uv.ru/magnit.htm>(дата обращения: 1.04.2023).

MAGNETIC WATER TREATMENT.APPLICATION IN AGRICULTURE

Kornev S.M., Shmakova A.Yu.

This publication provides a thorough and detailed analysis of studies of the effect of a magnetic field on water. A description of the properties of water treated with a magnetic field is presented. Information is also provided on the effectiveness of the use of magnetic water treatment, in order to increase the productivity of enterprises in the agricultural sector. The effectiveness of the use of water treated with magnetic devices

in animal husbandry and poultry farming has been revealed. This article is written with the aim of popularizing magnetic water treatment in agriculture.

Keywords: Magnetic water treatment, magnetized water, water treatment, agriculture, agricultural sector, influence of magnetized water, magnetic devices, magnetic technologies, magnetic field.

*Корнев Сергей Михайлович,
Шмакова Арина Юрьевна, 2023*

УДК 631.442 + 631.46

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСУШЕННОМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Лобанова Полина Станиславовна

Студентка 4 курса бакалавриата СПбГУ, Институт Наук о Земле, «Почвоведение»,
Санкт-Петербург, Россия

Кондрашева Ксения Валентиновна

PhD, с.н.с. Института микробиологии АН РУз,
Ташкент, Узбекистан

Буриев Салимжан Самеджанович

Зам. директора по научной работе и инновациям НИИ окружающей среды и
природоохранных технологий,
Ташкент, Узбекистан

Алимов Жахонгир Эгамкул угли

Зав. кафедрой «Агрономия», Международный сельскохозяйственный университет,
Ташкент, Узбекистан

В работе проведено сравнительное морфологическое изучение фоновых и ризосферных почв бывшего дна Аральского моря. Определено, что на участках, осушенных 30 лет назад, начался процесс почвообразования, в отличие от участков, освободившихся от воды 10–15 лет назад, где отсутствует гумусовый горизонт и процесс почвообразования плохо просматривается. Показано что изученные образцы почв, отличаются высокой засоленностью с преобладанием хлорид ионов. Растения-галофиты, произрастающие в регионе, способны выдерживать высокие концентрации соли в почве. Ризосфера галофитов характеризуется снижением доли токсичных солей. Микробная активность в ризосфере выше, чем в фоновой почве, некоторые микроорганизмы обладают значительной солеустойчивостью.

Ключевые слова: Аралкумы, осушенное дно, засоленность, фоновые почвы, ризосфера, морфологическое строение почв, галофиты, микробные сообщества.

С уменьшение акватории Арала образовался новый вид ландшафта – пустыня Аралкум. Под влиянием природных условий и вследствие появления новой пустыни произошло значительное изменение экологических условий: пылевые и солевые бури разносят на сотни километров миллионы тонн соли, пыли и песка [1]. Напряженность экологических условий усиливается под действием аридизации осушенного дна Аральского моря, где процессы засоления, дефляции и эолового выноса засоленной пыли являются важнейшим экологическим фактором, определяющим условия формирования и функционирования экосистемы [2].

В то же время на удаленных от современной линии моря территориях активизируются биологические и микробиологические процессы, влияющие на формирование нового почвенного покрова, что открывает перспективы и возможности для борьбы с опустыниванием [3].

Общие особенности растительности пустынной зоны – ее разреженность и своеобразие форм, выработанных как приспособление для экономного расходования влаги (ксерофильность, сокращение листовой поверхности, суккулентность). Крайняя аридность климата, низкая продуктивность растительности и быстрая минерализация растительных остатков определяют общие черты пустынного почвообразования: малую мощность профилей, слабую гумусность, карбонатность и почти повсеместную (за исключением песчаных массивов) засоленность почв [4].

При изучении микробных сообществ Приаралья, показано, что почвы с высокой засоленностью (корково-пухлый солончак), подавляют рост многих групп микроорганизмов: споровых, аммонифицирующих, олигонитрофилов, актиномицетов и действуют губительно на *Azotobacter*, денитрифицирующие бактерии, дрожжи и грибы. Эта тенденция к подавлению

указанных групп микроорганизмов сохраняется и в ризосферной почве под солеустойчивыми растениями с небольшим увеличением их численности [5]. В то же время при сравнении обсеменности ризосферы солероса из Приаралья с ризосферой галофитов других регионов (Латакия (Сирия), Эльтон (Россия)) в почве Приаралья обнаружено значительно больше представителей галотолерантной микрофлоры, включающей представителей бактерий характерных для засоленных территорий [6]. Таким образом, ризосфера пустынных солеустойчивых растений играет важную роль в процессах почвообразования и

несомненно является интересным объектом для изучения.

Целью данной работы явилось определение засоленности почв и количественная оценка некоторых групп микроорганизмов в образцах ризосферы галофитов в сравнении с почвой без растительности, отобранной с территории Аралкумов.

Материалы и методы

Объект изучения

В работе проанализировано 10 образцов почвы, отобранных из разрезов, из ризосферы растений и в нескольких метрах от них с территории Аралкумов – бывшего дна Аральского моря.

№	Код	Координаты	Описание
Разрез 1			
1	Б1	N: 44.40064	высохшее дно Аральского моря (10–15 лет)
2	Б2	E: 58.259092	
3	Б3		
4	Б4		
5	К15к		
6	К16	N:44.40064 E:58.259094	фоновая почва на расстоянии 7–8 метров от растения сведа солончаковая (<i>Suaeda salsa</i>) ризосферная почвы из-под растения сведа солончаковая (<i>S. salsa</i>)
Разрез 2			
7	В1	N: 44.13017	высохшее дно Аральского моря (30 лет).
8	В2	E: 58.540224	
9	К17к		фоновая почва на расстоянии 5–6 метров от растения соляноколосник (<i>Halostachys belangeriana</i>)
10	К18к		ризосферная почва из-под растения соляноколосник (<i>H. belangeriana</i>)

Морфологическое описание почвенных образцов проводили согласно общепринятой методике [7].

На рисунке 1 схематически изображено заложение почвенных разрезов, их строение и места отбора ризосферной и фоновых почв. В части I приведены разрезы из первой группы образцов (Разрез 1(Б), К15к, К16), в части II разрезы из второй группы образцов (Разрез 2(В), К17к, К18к). Расстояния между первой и второй группой разрезов и местом произрастания растений составляет 37,5 км.

Определение химического состава почвенных образцов

Определение химического состава почвенных образцов проводили стандартным методом в водной вытяжке, приготовленной в соотношении 1:5. В ходе работы было определено содержание CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ [8]. Степень засоления определяли по сумме токсичных солей с использованием табличных данных «Засоленные почвы России» [9].

Методы микробиологического анализа почвенных образцов

Определение численности мезофильных аэробных бактерий проводили методом предельных разведений, с последующим посевом почвенной суспензии на чашки Петри, содержащие питательную среду мясопептонный агар. Образцы инкубировали при 30–32°C в течение 2–3 суток. Подсчет колоний проводили невооруженным глазом на параллельных чашках Петри, рассчитывали среднее значение [10].

Выделение галотолерантных микроскопических грибов проводили стандартными методами (накопительных культур и обрастанием почвенных комочков) на среде Чапека-Докса с добавлением NaCl в концентрации 5% и цефтриаксона для подавления бактерий, при температуре 28–30°C [11]. Солеустойчивость изолятов определяли на среде Чапека-Докса, содержащей от 0% до 20% NaCl. Родовую идентификацию грибов проводили по Определителю микроскопических почвенных грибов Литвинова [12].

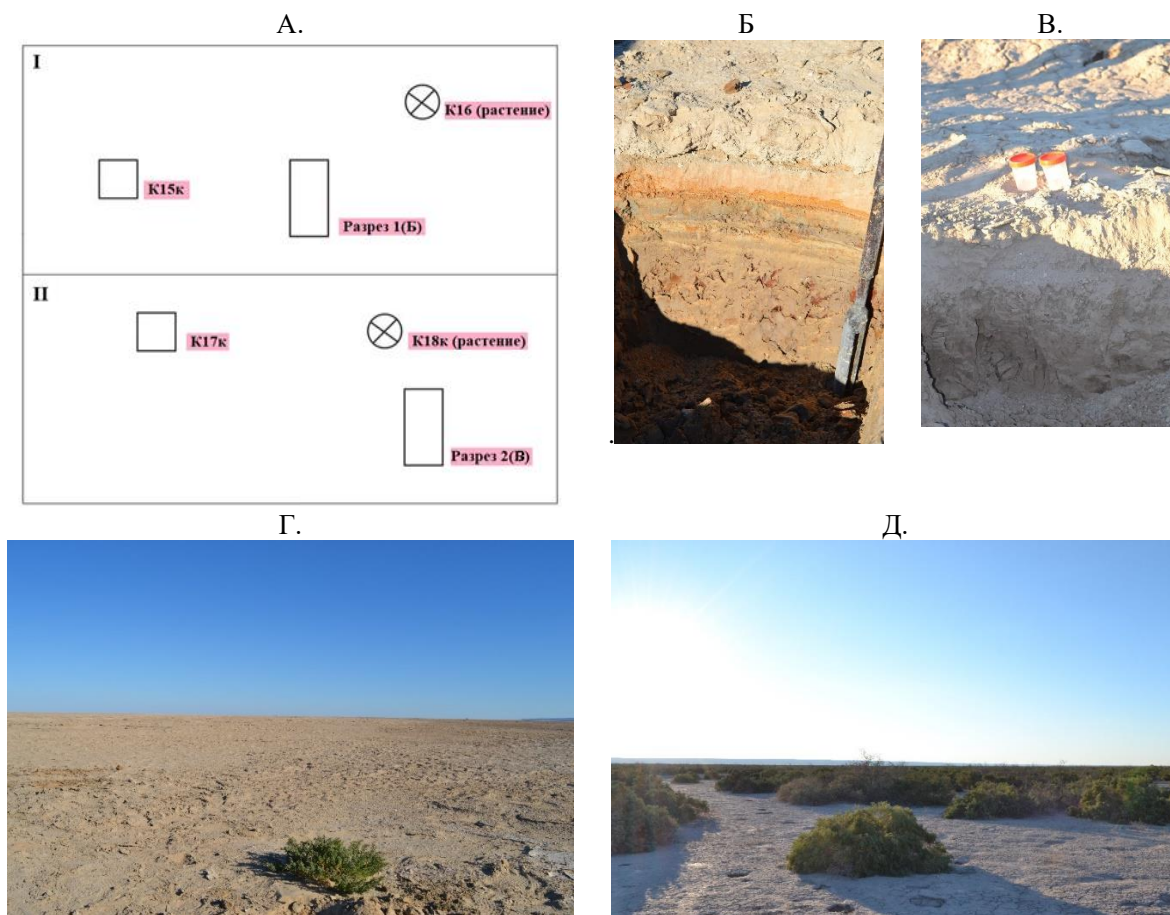


Рисунок 1 – Разрезы и территории отбора проб:

А. Схема заложения разрезов первой (Разрез 1(В), К15к, К16) и второй групп образцов (Разрез 2(В), К17к, К18к). Б. Разрез 1(В). В. Разрез 2(В). Г. Территория отбора почвенных образцов К15к, К16. Д. Территория отбора почвенных образцов К17к, К18к.

Результаты и их обсуждения

Сравнительная характеристика морфологического строения почв

Разрез 1 (В), образец ризосферы *S. salsa* (К16), образец фоновой почвы (К15к). Структура и агрегаты: у разреза 1 (В) и образца почвы на расстоянии от растения (К15к) одинаковая ноздреватая слабосцементированная структура, плитовидные агрегаты (10%) с преобладанием в них пылевато-песчаного мелкозема. Образец из ризосферы характеризуется интенсивной сизой и охристой окраской, что, вероятно, обусловлено усилением биологической активности, происходящей в ризосфере *S. salsa*. Горизонт разреза К16 слабо-пористый, но в нем увеличивается общее содержание агрегатов до 20–25%, что также, по всей видимости, связано с действием корневой системы, способствующей структурообразованию. Также стоит отметить, что верхний горизонт разреза 1 (В) по сравнению с верхним горизонтом разреза 2 (В)

состоит из более грубого материала (детрита). Почва разреза 1(В) и образца К15к определена как солончак типичный, образца К16 – как солончак глеевый.

Окраска: окраска разреза 1(В) серовато-светло палевая, а образца фоновой почвы К15к – темнее 2 горизонта разреза 1(В) – рыжевато-желтая, образца К16 – сизоватая с охристыми и рыжевато-ржавыми пятнами. Изменение окраски в этом ряду свидетельствует о появлении Fe в верхних слоях почвы.

Включения: в разрезе 1(В) присутствует много растительных остатков и часть из них ожелезненные, а также раковины моллюсков (*Cerastoderma. sp*, *Abra segmentum*). Наличие ожелезненных слабосцементированных конкреций указывает на смену восстановительных условий на окислительные. В образце из ризосферы видны поры по ходам корней, присутствуют мелкие корешки. Также в нем присутствуют железистые пятна, приуроченные к трещинам, которых нет в разрезе 1(В), что также

свидетельствует в пользу биологической активности в почве под ризосферой.

Разрез 2 (В), образец ризосферы *H. belangeriana* (K18к), образец фоновой почвы (K17к).

Структура: образец из разреза 2(В) и образец фоновой почвы K17к несколько отличаются по соотношению содержания агрегатов и мелкозема. В первом образце 20% агрегатов, структура непрочномелкокомковатая, во втором образце содержание агрегатов увеличивается до 40%, структура сменяется на плитчатую. Образец ризосферы K18к имеет совершенно иную мелко глыбистую структуру, что обусловлено, по-видимому, тяжелым гранулометрическим составом мелкозема и отсутствием скелетной части. Увеличение агрегированности и гумусированности верхнего горизонта говорит в пользу активизации почвообразующих процессов. Все образцы охарактеризованы как солончак типичный.

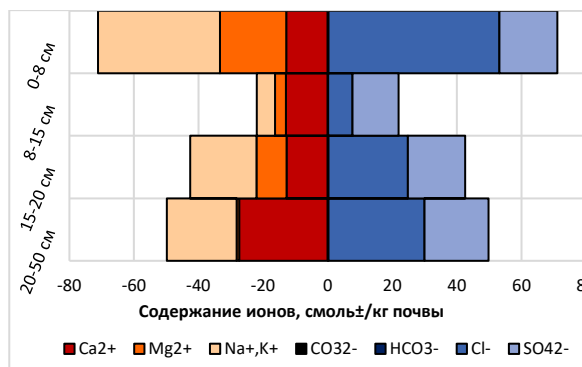
Окраска: верхний горизонт из разреза 2(В) и образец фоновой почвы K17к имеют схожую розовато-серую окраску, но второй образец разреза 2(В) отличается более темным оттенком, а в образце ризосферы K18к

преобладает розоватый оттенок. Таким образом, в отличие от описанных выше разрезов первой группы, в данном случае не выявлено усиление темных оттенков в описании под ризосферой растения. Причины данного явления, как можно предположить, связаны как с возрастом соляноколосника (примерно 10 лет), а также с характером корневой системы растения (стержнекорневая).

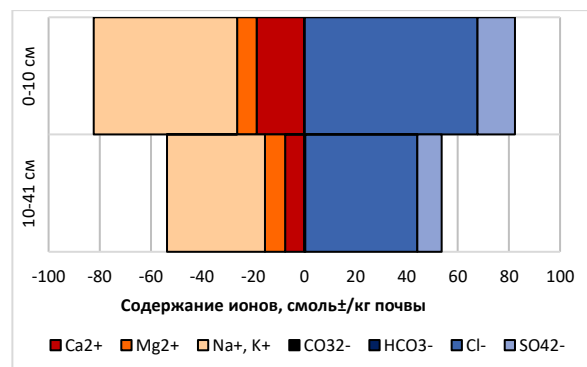
Включения: во всех образцах присутствуют раковины моллюсков разной степени разрушенности (*Adacna vitrea*, *Abra* sp, *Dreissena* sp, *Ecreobia grimmii*, *Adacna* sp., *Cerastoderma* sp.). В образце ризосферы также найдены фрагменты семян растений.

Тип засоления, состав солей

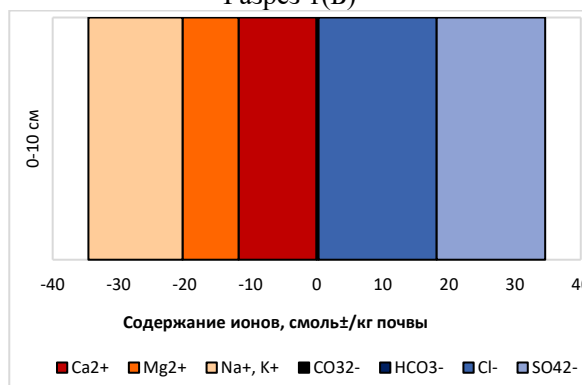
Тип (химизм) засоления всех образцов по соотношению анионов – хлоридный, степень засоления в зависимости от химизма засоления – очень сильная. По рисунку 2 видно, что на поверхности почвы содержится максимальное количество воднорастворимых солей. Такой тип распределения солей характерен для выпотного солончака и свидетельствует о стадии прогрессивного засоления.



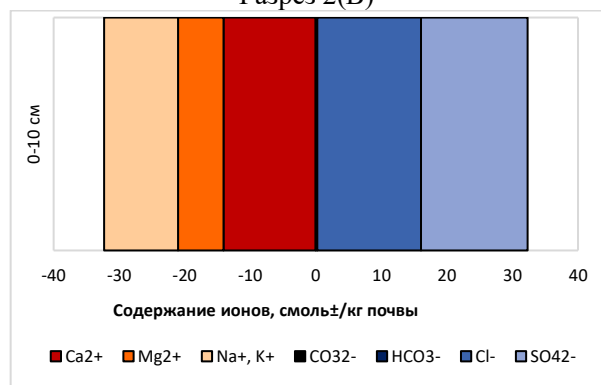
Разрез 1(Б)



Разрез 2(В)



Образец фоновой почвы K15к



Образец ризосферной почвы K16

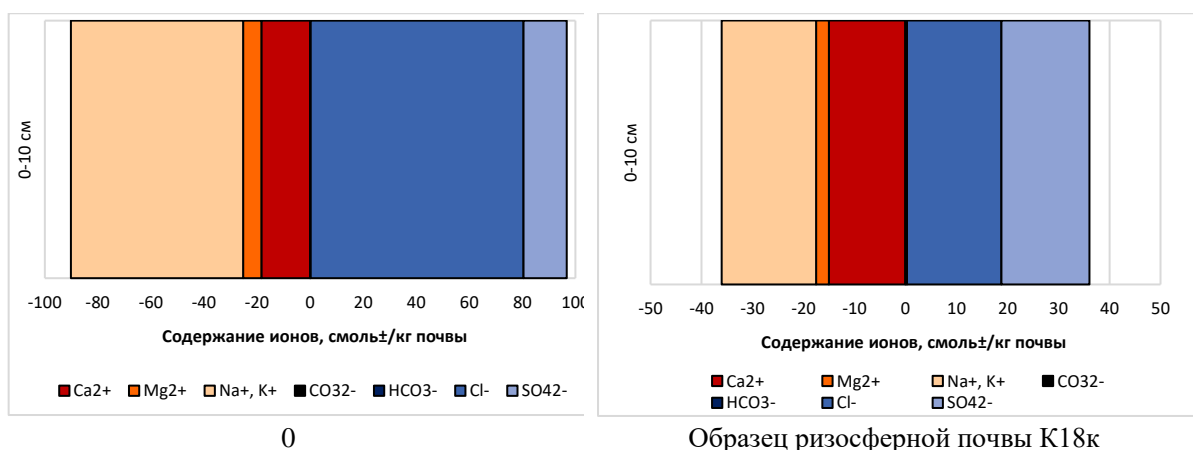


Рисунок 2 – Солевые профили почвенных образцов Аралкумов

Таблица 1 – Степень засоления почвенных образцов.

Образцы	Сумма токсичных солей, %	Степень засоления	Графическое изображение
Фон	Б1 0–8 см 3,276	Очень сильная	
	Б2 8–15 см 0,509		
	Б3 15–20 см 1,708		
	Б4 20–50 см 1,711		
Фон	К15к 0–10 см 1,297	Очень сильная	
Ризосфера	К16 0–10 см 1,091		
Фон	В1 0–10 см 3,868		
Фон	В2 10–41 см 2,646		
Фон	К17к 0–10 см 4,540		
Ризосфера	К18к 0–10 см 1,234		

Как видно из данных в таблице 1, сумма токсичных солей в ризосфере растения *S. salsa* (K16) на 68,9% меньше, чем аналогичные показатели верхнего горизонта разреза 1(Б), и на 21,4% меньше, чем показатели образца K15к. Сумма токсичных солей в ризосфере растения *H. belangeriana* (K18к) на 72,8% меньше, чем показатели образца K17к, и на 68% меньше верхнего горизонта разреза 2(В). Вероятно, такие значения объясняются тем, что растение является многолетником и произрастает на данном участке уже около 10 лет, в результате чего происходит выведение солей из почв. Самый низкий показатель степени засоления приходится на образцы, отобранных из-под растений-галофитов. Это подтверждает сведения о том, что растения действительно способны рассаливать почвы.

Микробиологический анализ почвенных образцов

Для оценки микробной активности образцов почв Приаралья в сравнительном аспекте (ризосферная и неризосферная почва) проведены два вида исследований:

1. Определение общего числа мезофильных аэробных бактерий, как важной составляющей микробиома ризосферы.
2. Количественная оценка галотолерантных микроскопических грибов, как специфической части микробных сообществ.

Известно, что среди ризосферных бактерий, растущих на среде МПА, многие могут быть отнесены к группе аммонификаторов, которые играют важную роль в превращениях азота в почве. Процесс

аммонификации не всегда специфичен, и в нем могут принимать участие представители самых разных таксономических групп микроорганизмов [13].

В результате исследования показано, что в образцах ризосферы общее число бактерий значительно выше, чем в почве без растительности. Так, из образца ризосферы растения *S. salsa* (K16) на среде МПА выросло 1×10^6 КОЕ/г почвы, а в образце на расстоянии от растения *S. salsa* (K15к) – 9×10^4 КОЕ/г

почвы. При подсчете колоний, образовавшихся при посеве образца ризосферы *H. belangeriana* (K18к) обнаружено 4×10^6 КОЕ/г почвы, тогда как из образца на расстоянии от *H. belangeriana* (K17к) выросло лишь 1×10^5 КОЕ/г почвы. Таким образом, ризосфера солеустойчивых растений заселена на порядок большим количеством мезофильных аэробных бактерий в сравнении с фоновой почвой (рис 3).

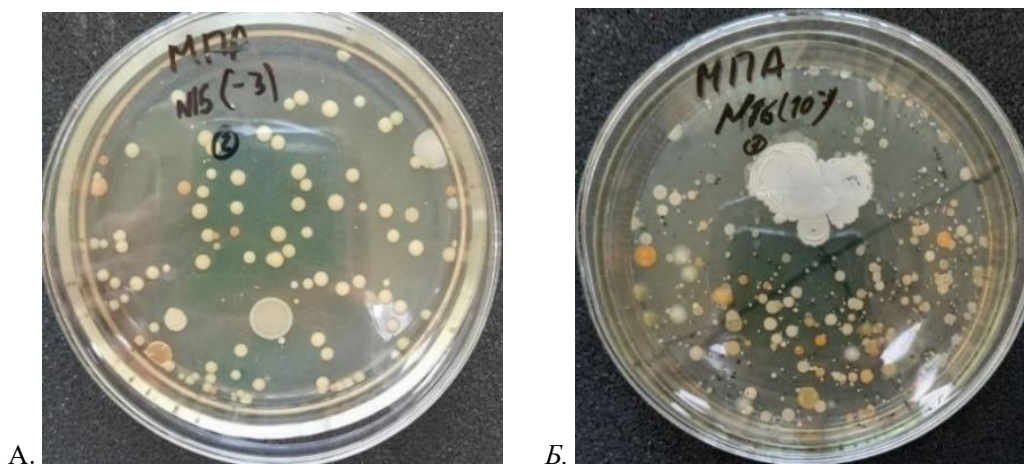


Рисунок 3 – Количество аэробных микроорганизмов на среде МПА: (разведение 10^{-3}) А – из ризосферы *S. salsa*, Б – из неризосферной почвы.

Несмотря на степень засоления почвенных образцов, наблюдается достаточно высокая концентрация полезных бактерий, что, вероятно, обусловлено пластичностью микроорганизмов и развитыми адаптивными механизмами, позволяющими им процветать в засоленных почвах.

Известно, что кроме ризосферных бактерий, непатогенные почвенные микромицеты могут вносить значительный вклад в адаптацию растений к жестким условиям среды, участвовать в разложении отмерших растительных остатков образовании сообществ арбускулярных микоризных грибов [14]. Учитывая, что микроскопические грибы, населяющие засоленные почвы, кроме известных полезных свойств, могут обладать галотолерантностью, нами был проведен эксперимент по выделению и характеристике

микромицетов из ризосферных и фоновых почвенных образцов.

Разнообразие галотолерантных грибов, выделенных из почвенных образцов, было весьма незначительным, что, вероятно связано со специфичностью местообитания и лимитирующим эффектом NaCl. В результате эксперимента из описанных выше образцов почвы выделено 18 грибных изолятов, при этом 15 выделены из ризосферы галофитов, что составило 83% от общего числа микромицетов. Все грибы выдерживали от 0% до 10% натрия хлорида в среде, при этом 9 из них способны расти при 20% NaCl.

В результате идентификации по морфологическим признакам, 7 культур отнесены к роду *Penicillium*, 5 – к роду *Aspergillus* и 3 – к роду *Alternaria* (рис. 4).

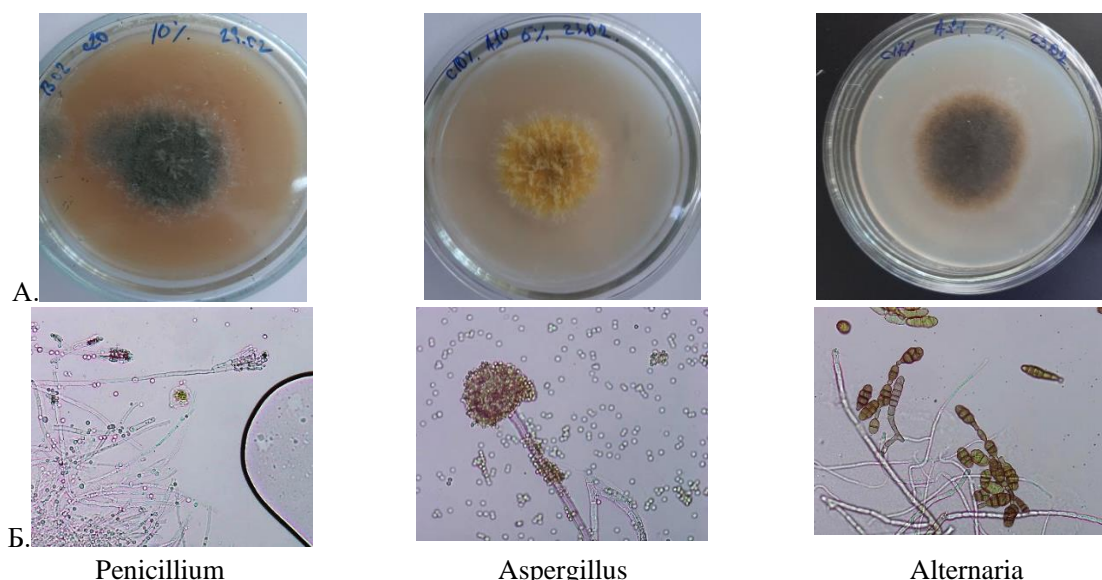


Рисунок 4 – Характерные представители грибных изолятов:
 А – колонии на агаре Чапека-Докса, Б – микроскопирование (увеличение 10 x 40).

Все эти грибы относятся к характерным представителям почвенной микрофлоры и могут вносить значительный вклад в питание и адаптацию растений к условиям повышенного засоления.

Полученные данные свидетельствуют о том, что, даже в условиях засоления, ризосфера растений является наиболее благоприятной нишей для микроскопических грибов. Выделенные микромицеты способны расти в широком диапазоне концентраций натрия хлорида.

Закключение

В результате проведенных исследований установлено, что на изученных участках в течение первых 10–15 лет после отступления воды в пределах Аралкумов сформированы типичные солончаки с наличием грубого гумуса (детрита) в фоновой

почве и морфологическими признаками проявления окислительных условий. Под растением *S.salsa* сформирован глеевый горизонт с педогенной агрегированностью и слабой гумификацией. Через 30 лет улучшается структура (появляются агрегаты первого типа) и гумусированность (особенно под многолетним растением *H. belangeriana*).

Солеустойчивые растения, произрастающие в Аралкумах обитают в условиях повышенной засоленности, жаркого климата и сниженного количества влаги. Места, где они произрастают (ризосферная почва) рассаливаются и заселяются большим количеством микроорганизмов, участвующих в почвообразовательных процессах. Таким образом, можно еще раз подтвердить важную роль галофитов в процессах почвообразования и рассаливания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палуаниязова Д. А. Еще раз о проблема Арала //Организационный комитет конференции. – 2020. – Т. 8. – С. 109.
2. Кабулов С. Изменение пустынных фитоценозов Приаралья в связи с усыханием Аральского моря: дис. – АН УзССР. Ин-т ботаники, 1989.
3. Stulina G., Verkhovtseva N., Gorbacheva M. (2019). Composition of the Microorganism Community Found in the Soil Cover on the Dried Seabed of the Aral Sea. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7, 1-23.
4. Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. – Изд-во Московского ун-та, 2004.
5. Жураева Р.Н., Шакирзянова М.Р., Золотилина Г.Д., Ташпулатов Ж.Ж. Галофильные микроорганизмы ризосферы пустынных растений. *Узбекский биологический журнал*, 2006, №6, с.7-10.
6. Бегматов Ш.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.03 Микробиология. – Москва, 2020. – 24 с.
7. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Под ред. Акад. РАН Г.В. Добровольского. Изд-во «Ойкумена», Смоленск, 2004, 342 с.

8. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв: учебное пособие. – МГУ, 1970.
9. Панкова Е. И. и др. Засоленные почвы России. – 2006.
10. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв. Учебное издание. М.: Издательство МГУ, 2002, 120 с.
11. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Московского университета, 1991, 304 с.
12. Литвинов М.А. – Определитель микроскопических почвенных грибов. – Изд-во «Наука», Ленинград, 1967, 303 с.
13. Андрюк Е.И., Иутинская Г.А., Дульгеров А.Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование. – Киев: Наукова думка, 1988. – С. 192.
14. Лабутова Н.М. Взаимоотношения эндомикоризных грибов с микроорганизмами ризосферы // Микология и Фитопатология, 2009, Т. 43, № 1, с. 3-19.

SOIL AND ECOLOGICAL CONDITIONS FOR THE GROWTH OF SALT-RESISTANT PLANTS ON THE DRAINED BOTTOM OF THE ARAL SEA

**Lobanova P.S., Kondrasheva K.V.,
Buriev S.S., Alimov Z.E. ugli**

The comparative morphological study of background and rhizospheric soils of the former bottom of the Aral Sea was carried out. It was determined that the process of soil formation began on the sites drained 30 years ago, unlike the sites that were freed from water 10-15 years ago, where there is no humus horizon and the process of soil formation is poorly visible. It is shown that the studied soil samples are characterized by high salinity with a predominance of chloride ions. Halophyte plants growing in the region are able to withstand high concentrations of salt in the soil. The rhizosphere of halophytes is characterized by a decrease in the proportion of toxic salts. Microbial activity in the rhizosphere is higher than in the background soil, some microorganisms have significant salt resistance.

Keywords: Aralcum, drained bottom, salinity, background soils, rhizosphere, morphological structure of soils, halophytes, microbial communities.

*Ходжамухаммедова Чынар Байраммырадовна,
Языев Арчманберди Пенджимырадович,
Нургельдиев Силапберди Чарымырадович,
Оразгелдиев Оразгылыч Аннамухаммедович, 2023*

СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 69

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ СТЫКОВ ПЛИТ НАРУЖНЫХ ПАНЕЛЕЙ В ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Басыров Марат Наелевич

Магистрант, Самарский государственный экономический университет
Россия, г. Самара

Богатов Виталий Юрьевич

Магистрант, Самарский государственный экономический университет
Россия, г. Самара

В статье рассмотрены причины популяризации строительства каркасно-панельных жилых многоквартирных домов в нашей стране. На примере города Самара освещена современная ситуация по наличию оставшихся в эксплуатации каркасно-панельных домов. Освещена проблематика капитального ремонта их основных элементов межпанельных швов. Описаны материалы и технологии герметизации стыков наружных плит как при постройке домов данного типа, так и материалы и технологии применяемые при их капитальном ремонте в наши дни. Освещены основные ошибки при капитальном ремонте стыков наружных панелей, описаны условия правильной работы узла стыка наружных плит каркасно-панельных жилых многоквартирных домов.

Ключевые слова: *каркасно-панельный жилой многоквартирный дом, высокая скорость строительства, капитальный ремонт многоквартирного дома, полость стыка плит наружных панелей, герметизация межпанельных швов, демпферная вставка, полимерная мастика, шнур из вспененного полиэтилена, однокомпонентная полиуретановая пена, тепловые расширения строительных конструкций, деформативность межпанельных швов.*

В процессе застройки городов в 1950-х годах в СССР наибольшей скоростью возведения отличались каркасно-панельные дома. В то время страна активно восстанавливалась после Великой Отечественной Войны (ВОВ) и города поднимались фактически заново. Стране нужен был дешевый и, в тоже время, быстрый и долговечный способ строительства очень большого объема жилья. Выбор пал именно на каркасно-панельный способ строительства.

При возведении зданий и сооружений подобного типа достаточно часто встречались сроки сдачи до 1 подъезда 9 этажного жилого дома в 1 рабочую неделю. В связи с этим фактом данный тип жилых многоквартирных домов возымел широкую популярность, а в некоторых областях Российской Федерации (РФ) и в настоящее время занимает доминирующие позиции по количеству эксплуатируемого жилого фонда.

Суть строительства заключалась в сборке готовых элементов здания привезенных на строительную площадку авто и железнодорожным транспортом. Таким образом доставлялись крупные панели наружных стен, панели перекрытий, марши лестниц и санитарные кабины с установленными приборами и отделкой стен.

Большая часть работ с крупными элементами здания производились в заводских условиях на заводах Железобетонных Изделий (ЖБИ). На строительную площадку фасадные или наружные панели доставлялись с заводов с готовой внешней отделкой и, часто, с установленными секциями светопрозрачных конструкции. Данные обстоятельства как упрощают и ускоряют сборку, так икратно повышали качество жилого здания.

В процессе сборки зданий такого типа в основном применялись сварные соединения конструктивных частей здания, что также

положительно влияло на скорость возведения жилых домов.

Говоря простым языком это был большой конструктор, который строители собирали на месте и скрепляли в условиях строительной площадки и тем самым возводили здание.

В городе Самара на данный момент находится в эксплуатации порядка 2096 каркасно-панельных многоквартирных домов. Постройки этих зданий датируются начиная с 1950-х годов, что сопоставляется с датой начала строительства их во всей стране.

Эксплуатации здания данного типа имеет отличительную особенность от многоквартирных домов построенных по другой технологии, а именно необходимость в ремонте большого объема стыков наружных панелей из которых состоит фасад. Высокая частота ремонта связана с жесткими условиями эксплуатации данного узла и с неправильным способом его ремонта в процессе капитального ремонта, который приводит к ускоренному выходу их строя этого узла.

Традиционно при строительстве данного типа зданий в стыки наружных стен заполнялись по следующей схеме (слои указаны изнутри здания наружу):

1. натуральная пакля;
 2. пеньковый канат;
 3. штукатурный цементно песчаный состав;
 4. фасадная краска
- красился стык в цвет фасада для защиты от внешних неблагоприятных факторов.

В более позднее время и с развитием нефтехимического комплекса страны у строителей появился доступ к полимерным мастикам и составам. Тогда состав материалов для стыков наружных панелей изменился. В состав материалов для герметизации стыков межпанельного шва вошли (слои изнутри наружу):

1. уплотнительный жгут из вспененной резины;
2. неотверждаемая полимерная мастика;
3. штукатурный цементно песчаный состав.

И первый и второй состав материалов имел слабое звено, а именно штукатурный цементно песчаный состав, который не может воспринять деформационные нагрузки при этом не разорившись.

Наружные стены любого здания и сооружения, вне зависимости от своей конструкции, воспринимают на себе воздействия окружающей среды, такие как

изменение температуры в большом диапазоне значений.

Здания, построенные по каркасно-панельной технологии, больше других воспринимают температурные деформации из-за того что каждая панель в отдельности расширяется в теплый период года и сужается в холодный. Стыки панелей в таком случае, фактически, играют роль температурный деформационных швов и должны компенсировать эти деформации соответствующим по характеристикам материалом своего заполнения.

Стоит заострить внимание на том, что в процессе тепловых деформаций участвуют только фасадные панели, а панели перекрытий и стен внутри здания имеют условно стационарную круглогодичную температуру, в среднем +20 гр. С, и сохраняют практически одинаковые размеры. Из-за того, что наружные панели приварены к, условно, неподвижной опоре и связаны между собой, то компенсация изменения наружных размеров панелей происходит за счет изменения размеров стыков между этими панелями тепловых.

В таком случае возникающие нагрузки приводят к появлению нагрузок растяжения и сжатия в материале заполнения шва и, в результате, трещин в штукатурном цементно песчаном составе и нарушении его целостности. Далее расположенный за этим слоем материал, а это либо полимерная мастика, либо пеньковый канат начинают воспринимать воздействие влаги, которая попадает через трещины в штукатурке при осадках. Это приводит к намоканию каната и пакли, находящейся за ним с дальнейшим запуском процессов усадки после высыхания и дальнейшего образования неплотностей через которые начинает проникать влага и ветер вовнутрь помещения. В случае с полимерной мастикой происходит похожий процесс, но более вытянутый во времени, в этом случае процессам выветривания подвергаются полимерный состав и жгут из вспененной резины которые также теряют свои размеры за счет выветривания полимерных материалов, входящих в их состав, и появляются неплотности.

Согласно Закону Самарской области №60-ГД от 21.06.2013 О системе капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Самарской области» в настоящее время ремонт стыков панелей (межпанельных швов) включен в перечень программы капитального ремонта и при необходимости ремонта более 30% от их общей протяженности в МКД имеется возможность

применить данный источник финансирования и выполнить данный вид работ.

К сожалению на данный момент нет утвержденной нормативной документации на порядок и состав проведения данного вида ремонта с учетом применения современных полимерных отверждаемых мастик и герметиков, а действующие не учитывают появление новых материалов и технологий. Нужно отметить, что на данный момент действующий НТД это СНиП от 1971 года.

Отсутствие жесткого нормирования и технологический “вакуум” приводит образованию благодатной почвы для всякого рода псевдо-технологий, которые, не редко, в связи со слабым контролем и отсутствием технической грамотности, а зачастую и просто большим доверием к исполнителю работ и его авторитету, имеют место и применяются и при капитальном ремонте МКД города Самара. Это тот самый случай когда одни не знают как правильно, а другие делают неправильно, по той же причине.

Назрела необходимость дать четкое и понятное объяснение процесса и методов ремонта данного узла здания, дабы избежать двойного толкования представленной технологии и свести на нет все возможные будущие ошибки как исполнителей при производстве работ, так и заказчиков при их согласовании и приемке качества.

Давайте разберемся в основных материалах которые применяют для данного вида капитального ремонта. Материалы следующие:

1. Неотверждаемый герметик атмосферостойкий;
2. Шнур из вспененного полиэтилена;
3. Пена полиуретановая однокомпонентная.

Как мы уже выяснили в стыках наружных панелей возникает напряжение растяжения-сжатия, которое долгосрочно не может воспринимать не эластичные материалы. В них происходит процесс выкрашивания, поэтому логично эти материалы заменить на материал, который такие напряжения может воспринимать. Воспринимать и компенсировать такие нагрузки могут эластичные, резиноподобные, материалы. Эта компенсация нагрузки происходит за счет изменения геометрической формы материала – оптимально применить резиноподобный материал (в нашем случае это неотверждаемый герметик).

Очень важным этапом проведения работ является очистка полости стыка от ранее введенных в него материалов и создать основу для герметика. Правильно подготовленная основа как может создать условия для

корректной работы герметизирующего состава, так и полностью нарушить его работоспособность. На этом этапе происходит самая грубая ошибка и поэтому этот этап мы рассмотрим подробнее.

Большая доля объектов в городе Самара, на которых производятся работы по капитальному ремонту межпанельных стыков (швов) сдаются в эксплуатацию с уложенной в полость стыка однокомпонентной полиуретановой (монтажной) пеной, которую после отверждения срезают в одну плоскость с фасадом и покрывают тонким слоем герметика.

Данная технология берет свои корни из монтажа светопрозрачных оконных конструкций, когда на поверхность монтажной пены, заполняющей зазор между конструкцией окна и стенами, наносится специализированный паропроницаемый герметик. То есть герметик наносится не в полость стыка, а поверх стыка с заходом на плиты этот стык формирующих. При этом толщина герметика редко превышает 3 мм.

Такой способ нанесения имеет ряд недостатков во-первых монтажная пена обладает крайне низкими демпфирующими качествами и не сможет компенсировать изменение размеров плит, что приводит к появлению разрывов. Вместе с тем герметик нанесенный на пористую поверхность пены частично заполняет вскрытые, при срезании излишков этой пены, поры материала. Из-за этого герметик теряет свою эластичность, так как стенки пузырьков пены становятся для него своеобразным каркасом или арматурой, которая препятствует растяжению и сжатию герметика. А крайне тонкий слой герметика не дает достаточной прочности, чтобы препятствовать его разрыву

В достаточно короткий период времени, от года до трех лет стык, отремонтированный таким образом воспримет достаточное число циклов растяжения и сжатия и начнет иметь трещины на слое герметика.

Как видим такой способ герметизации стыков наружных плит к каркасно-панельном типе строений имеет заложенные в технологию ошибки и не позволяет говорить о его долговечности.

Следовательно необходимо выбрать другое основание для герметика. В данном случае будет работать способ укладки герметика непосредственно в полость стыка панелей наружных стен на поверхность предварительно уложенного шнура из вспененного полиэтилена. Полиэтилен обладает очень низкой адгезией к большинству строительных материалов и уложенный на его поверхность материал после

полимеризации от него отслаивается. Толщина укладки герметика в самом тонком месте должна равняться 5 мм

Данный способ лишен недостатков первого варианта по следующим причинам:

1. герметик уложенный в полость с двух сторон сформированную боковыми частями панелей и с третьей стороны поверхностью полиэтиленового шнура после полимеризации от него отслаивается и остается закрепленным за панели наружных стен, которые образуют этот стык, при этом шнур продолжает выполнять функции по сбережению тепла за счет своего материала исполнения;

2. форма сечения образовавшегося слоя герметика имеет двояковогнутую форму, расширяющуюся к краям и сужающуюся к центру, и имеет возможность работать на растяжение и сжатие.

В результате образуется резиноподобная мембрана, которая может воспринимать как расширения так и сжатия в процессе сезонных изменений работы за счет свободного закрепления только за части панелей.

Таким образом мы имеем только один единственный способ укладки герметика при капитальном ремонте, который позволяет ему работать на растяжение и сжатие после нанесения.

В завершении хотелось отметить, что данная технология рекомендуется к исполнению большинством ответственных производителей герметизирующих составов, но до сих пор нет утвержденной государственной нормативно технической документации, которая регулировала бы производства данного вида капитального ремонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила по герметизации межпанельных швов в панельных строительных конструкциях СН 420-71
2. Электронный ресурс <http://gkh.opko43.ru/useful/164/9329/>
3. Закон Самарской области №60-ГД от 21.06.2013 О системе капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Самарской области»
4. Постановление Правительства Самарской области от 27.03.2023 N 239

FEATURES OF CARRYING OUT WORKS ON CAPITAL REPAIR OF JOINTS OF PLATES OF EXTERIOR PANELS IN RESIDENTIAL APARTMENT BUILDINGS

Basyrov M.N., Bogatov V.Yurievich

The article discusses the reasons for the popularization of the construction of frame-panel residential apartment buildings in our country. In the example of the city of Samara, the current situation in terms of the presence of frame-panel houses remaining in operation is highlighted. The problems of overhaul of their main elements of interpanel seams are highlighted. The materials and technologies for sealing the joints of external slabs are described both in the construction of houses of this type, and the materials and technologies used in their overhaul today. The main errors in the overhaul of the joints of external panels are highlighted, the conditions for the correct operation of the joint of the external slabs of frame-panel residential apartment buildings are described.

Keywords: frame-panel residential apartment building, high speed of construction, overhaul of an apartment building, cavity of the junction of plates of external panels, sealing of interpanel seams, damper insert, polymer mastic, polyethylene foam cord, one-component polyurethane foam, thermal expansion of building structures, deformability interpanel seams.

*Басыров Марат Наелевич,
Богатов Виталий Юрьевич, 2023*

УДК 69.059

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВНЫХ СТАДИЯХ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Лозовский Александр Александрович

Магистрант, Кафедра: организация строительства

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена рассмотрению возможностей и перспектив использования современных информационных технологий для обеспечения безаварийной эксплуатации зданий и сооружений на основных стадиях их жизненного цикла. Отдельный акцент сделан на том, что для получения максимального эффекта эти технологии должны быть объединены в единую интеллектуальную систему управления. Также отдельно для стадий проектирования и эксплуатации приведены примеры использования информационных технологий.

Ключевые слова: *здание, эксплуатация, информационная технология, наблюдение, контроль, проектирование, Интернет, охрана, экология, среда.*

Современные здания представляют собой сложную сеть систем, каждая из которых должна контролироваться управляющим субъектом. Традиционно это системы безопасности, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, электроснабжения, освещения и доступа в здание, но по мере модернизации строений количество элементов, которыми необходимо управлять увеличивается [1]. Соответственно область использования современных информационных технологий для обеспечения безаварийной эксплуатации строительных объектов за последние несколько десятилетий существенным образом расширилась и усложнилась.

Основные задачи и области применения информационных систем, которые в свое время заключались в основном в обслуживании зданий, теперь включают в себя контроль за безопасностью окружающей среды и соблюдением экологических норм, управление коммунальными услугами, управление энергопотреблением и устойчивым развитием, стратегическое управление активами здания, планирование пространства, капитальное планирование, бюджетирование и финансовое управление, а также управление портфелем недвижимости.

Сегодня существует широкий спектр информационных технологий для управления безаварийной эксплуатацией строительных объектов. Хотя эти технологии ранее были распределены по категориям, исходя из их ключевой функциональности, сейчас они активно интегрируются на основе компьютеризированных систем управления

техническим обслуживанием зданий и сооружений. В тоже время эти системы могут быть задействованы на любом этапе жизненного цикла сооружения, что значительным образом повышает их эффективность и возможности практического применения.

Таким образом, перспективы комплексного управления строительными объектами путем автоматического мониторинга и контроля за состоянием их основных служб посредством использования достижений Четвертой промышленной революции и потенциала передовых информационных технологий, являются актуальной тематикой исследования, что и предопределяет выбор темы данной статьи.

Особенности интеграции информационных технологий и систем управления зданиями нашли свое отражение в работах Кузнецова С.В., Князевой Н.В., Сунцова А.С., Симченко О.Л., Janowski, T.; Estevez, E.; Chun, S.A.; Sandoval, R.

Возможности объединения цифровых инноваций и передовых технологических решений для создания интеллектуальных зданий рассматриваются Благодером Т.П., Кузовлевой И.А., Грибковой Л.А., Кононенко В.В., Ma, Chongsen; Yang, Denglian; Ma, Kexin.

В тоже время, несмотря на активный интерес ученых к интеграции сектора информационных технологий и строительной области, ряд проблемных вопросов в данной предметной сфере остается открытым. В частности, особого внимания заслуживают возможности использования

интеллектуальных систем как в электрических, так и в механических элементах зданий с целью контроля за их состоянием.

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей использования современных информационных технологий для обеспечения безаварийной эксплуатации зданий и сооружений на основных стадиях их жизненного цикла.

Предлагаемый сегодня на рынке широкий спектр информационных технологий для управления зданиями, таких как BIM, ГИС, САПР позволяет обеспечить контроль и мониторинг работы отдельных установок и элементов обслуживания здания. Однако, для получения целостного эффекта и комплексного наблюдения за всеми системами функционирования строений, с целью обеспечения их безаварийной эксплуатации необходимо, чтобы эти технологии были интегрированы в единый контур интеллектуальной системы управления.

Интеллектуальная система управления зданием (ИСУЗ) создается путем объединения

различных разрозненных информационных компонентов с Интернетом и связанными с ним ИТ-технологиями. Сеть Интернет-протокола соединяет все эти системы управления в единый пул [2].

Спецификации ИСУЗ должны быть сформулированы снизу вверх, с полным учетом всех условий окружающей среды, характера пребывания людей в здании, требований безопасности, доступа, охраны, системной интеграции, связи и отчетности, способствующих эффективному оперативному управлению.

Хотя ИСУЗ, как уже было отмечено ранее, представляют собой «пакет» для здания, позволяющий управлять всеми системами с центрального терминала, отдельные элементы все же могут остаться «модульными» и будут интегрированы в ИСУЗ как приложения. Каждая система требует детального проектирования и координации для обеспечения максимальной функциональности. На рис. 1 в обобщенном виде представлен контур ИСУЗ и входящие в ее состав элементы.

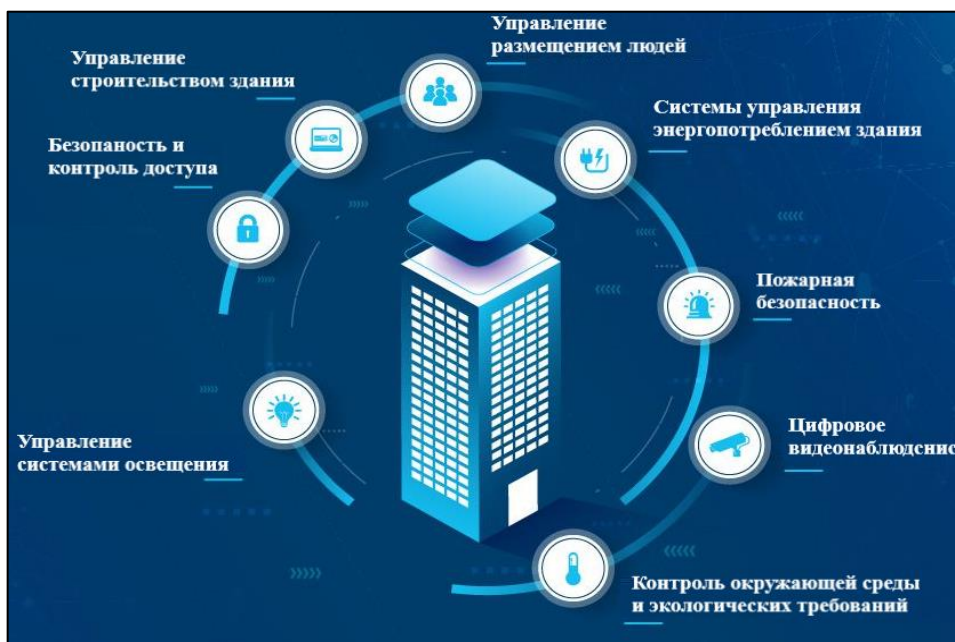


Рисунок 1 – Общий контур ИСУЗ, базирующийся на различных информационных технологиях

Таким образом, ИСУЗ предназначена для создания продуктивной и экономичной среды, а ее четыре основных компонента – структура, системы, услуги и управление – благодаря полной интеграции позволяют создать оптимальную строительную конструкцию и обеспечить ее безаварийную эксплуатацию на протяжении всего срока службы [3].

Рассмотрим конкретные примеры использования ИСУЗ на практике в разрезе различных стадий жизненного цикла здания.

На стадии проектирования:

- вариативный подбор участка под застройку с учетом необходимых параметров расположения;
- оптимизация выбора решений, направленных на улучшение инженерно-геологических условий площадки строительства;
- создание информационных детальных моделей зданий с возможностью накопления данных для дальнейшей эксплуатации;

– разработка расчетных моделей для проведения вычислений по отдельным элементам конструкции зданий (в том числе, учитывая взаимодействие системы «здание-фундамент-сооружение»);

– выявление наиболее опасных расчетных ситуаций, выполнение прогностических расчетов на всевозможные аварии, включая динамические воздействия.

На стадии эксплуатации:

– обследование технического состояния объектов инженерных сетей, выявление точной локализации мест неисправностей и утечек;

– регистрация и ведение учета аварий основных коммуникаций;

– моделирование области замачивания, проведение проверочных расчетов и выявление развития возможных

деформаций конструкций зданий по результатам расчетов;

– разработка инженерных решений и проведение мероприятий, связанных с устранением возникших деформаций зданий для поддержания состояния их нормальной эксплуатации.

Резюмируя полученные результаты, отметим, что здания сегодня переходят от простых традиционных структур к сложному объединению конструкций, систем и технологий. Для обеспечения их безаварийного функционирования на протяжении всего срока службы целесообразно использовать различные информационные технологии, которые должны быть объединены в единую интеллектуальную систему управления зданием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкина Е.В. Новые информационные системы в строительстве: технологии информационных систем в проектировании, строительстве, эксплуатации зданий // Научный Лидер. 2022. № 25 (70). С. 27-30.

2. Liu, Huilin Production and construction quality management system of prefabricated buildings based on BIM technology // International journal of industrial and systems engineering. 2023. Volume 43: Number 1; pp 103-114.

3. Labadie, Clément Building data management capabilities to address data protection regulations: Learnings from EU-GDPR // Journal of information technology. 2023. Volume 38: Number 1; pp 16-44.

THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES TO ENSURE TROUBLE-FREE OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES AT THE MAIN STAGES OF THEIR LIFE CYCLE

Lozovsky A.A.

The article is devoted to the consideration of the possibilities and prospects for the use of modern information technologies to ensure trouble-free operation of buildings and structures at the main stages of their life cycle. A separate emphasis is placed on the fact that in order to obtain the maximum effect, these technologies should be combined into a single intelligent control system. Also, separately for the stages of design and operation, examples of the use of information technologies are given.

Keywords: building, operation, information technology, observations, control, design, Internet, security, ecology, environment.

Лозовский Александр Александрович, 2023

УДК: 721.001

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ В Г. СЕВАСТОПОЛЕ С УЧЕТОМ ПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Ломоносов Сергей Евгеньевич

Кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник,
ИРИТС ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Шевченко Николай Витальевич

Кандидат технических наук, доцент,
ИРИТС ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Мурзин Дмитрий Геннадьевич

Доцент кафедры «Электронная техника»,
ИРИТС ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Ломоносова Елизавета Сергеевна

Студент кафедры «Архитектура и дизайн»,
ИРИТС ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

В статье представлены основные аспекты применения экологически чистых источников энергии в современной архитектуре, рассмотрены достоинства и недостатки применения солнечных электростанций для жилых зданий. Проведены расчеты потребления электроэнергии среднестатистической семьи. Разработан архитектурный проект жилого дома, учитывающий климатические и географические особенности размещения и конструкций здания. Проведены расчеты выработки солнечных панелей стационарного типа и с изменяемым наклоном панелей. Дано обоснование эффективности солнечной энергетики в г. Севастополе. Сформулированы предложения по дальнейшему использованию в Республике Крым экоэнергетики в архитектурных решениях.

Ключевые слова: энергетика, зеленая энергетика, экология, солнечные электростанции, фотоэлектрические панели, трекерные системы, солнечная архитектура, проектирование зданий, жилой дом, земельный участок, технические помещения.

Введение

Для человечества все более актуальными становятся проблемы загрязнения окружающей среды. Одна из важнейших причин вредоносные источники энергии. Использование электричества от таких станций в бытовых нуждах не приемлемо и требует пересмотра в сторону возобновляемых, не выбрасывающих в атмосферу вредных веществ, источников энергии. Данная тема исследований весьма актуальна в наше время [1]. Ярким подтверждением тому являются общемировые тенденции увеличение доли зеленой энергетики в общих объемах энергопоставок [2]. Кроме того, рассматриваются ветрогенераторы, минигидроэлектростанции, приливные электростанции, использование солнечных электростанций (СЭС) и т.д.

В современной архитектуре даже существует специальный термин «солнечная архитектура», обозначающий особый подход к возведению зданий, учитывающий возможности СЭС. Географическое

положение г. Севастополя открывает большие возможности для использования солнечных фотоэлектрических панелей (СФП) как в промышленных, так и в бытовых целях [3].

Солнечная энергетика.

Преимущество СЭ заключается в том, что, в отличие от природных ископаемых, Солнце практически неисчерпаемый источник энергии. Солнечные электростанции оказывают значительно меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с ископаемым топливом или гидроэлектростанциями, отсутствуют выбросы парниковых газов и вредных веществ, не нарушают природного баланса. Поскольку Солнце освещает всю поверхность Земли, то любая территория, государство или его субъект (с разной степенью эффективности) становятся потенциальным производителем энергии, что обеспечивает большую энергетическую независимость и безопасность. Солнечная энергетика не только обещает обеспечить безопасность и независимость на национальном уровне; СФП

активно устанавливаются в отдельных домах, обеспечивая электроэнергией простых потребителей, к тому же существует ряд программ по стимуляции продажи излишков электроэнергии.

Помимо достоинств солнечная энергетика обладает и рядом недостатков. Основная проблема, связана с тем, что энергия вырабатывается не круглые сутки. Это означает, что в ночное время, пасмурные дни или приполярных районах количество энергии ограничено для потребления либо вообще может прерываться на несколько месяцев, что весьма критично для объектов, не имеющих доступа к альтернативным источникам электроэнергии. Эта проблема весьма актуальна и частично решается, но существующие способы хранения энергии, дороги в производстве, эксплуатации, и утилизации. К тому же нередки случаи, когда они становятся источником опасности для потребителей, что требует наличия специализированных помещений. Эксплуатация аккумуляторов связана с опасным воздействием кислоты, не редки случаи взрывов и опасного выделения токсичных газов. Недостаточная мощность СЭС зачастую требует дополнительных площадей, что в промышленных масштабах меняет целевое назначение земельных участков. В архитектуре же солнечные ФЭП могут быть размещены творчески и в большинстве своем монтируются на крышах и фасадах зданий, а также, в случае недостачи

энергии на вспомогательных зданиях, конструкциях и сооружениях.

К тому же технологии производства СЭС требуют большого количества редких материалов. И это ощутимая для производителей проблема фотоэлектрической технологии, которая объясняет ее относительно высокую стоимость сейчас и представляет основную проблему в будущем. Хотя справедливо полагать, что научно-технический прогресс со временем предоставит материалы большей доступности и меньшей стоимости, увеличенной эффективности и более широким спектром предложений.

Определяющим недостатком является экологический – практически все элементы содержат вредные и опасные для человека и окружающей среды материалы. Поскольку СЭ набирает все большую популярность, проблема утилизации опасных отходов становится актуальной. Однако учитывая, что срок службы панелей находится в пределах 20-25 лет, можно надеяться, что данная проблема к тому времени будет успешно решена [2,4].

Типы конструкций солнечных электростанций на фотоэлектрических панелях

Для монтажа СФП используются конструкции для крепления одного или группы модулей в вертикальной, или горизонтальной плоскости. Такие конструкции устанавливают на бетонный фундамент или усиленные кровельные (фасадные) поверхности (рис. 1) [5, 6].



Рисунок 1 - Монтаж солнечных панелей:
а) на земле; б) на бетонном фундаменте; в) на усиленной кровельной поверхности.

На Земную поверхность падает значительная доля рассеянного света из атмосферы, составляющая в ясный день 10-20%, а в условиях дымки или облачности – 50-90% и более [7]. Очевидно, что рассеянный и отраженный от других предметов свет также освещает панель, увеличивая их отдачу как минимум на 10-20%, и задача инженеров учитывать и использовать эту часть энергии.

Особенности конструкции и местоположения зданий зачастую не позволяет разместить СФП с направлением

прямых лучей Солнца. Поэтому кроме стационарных конструкций для установки фотоэлектрических модулей на сооружениях и грунте применяют поворотные в одной, или двух плоскостях конструкции для систем слежения за солнцем – трекерные системы (рис. 2). Использование их позволяет максимально эффективно сориентировать СП и, как следствие значительно увеличить производительность энергии по сравнению с фиксированным размещением на неподвижных металлоконструкциях – до 30 – 40% [8].



а)



б)

*Рисунок 2 – Трекерные системы:
а) «восток-запад»; б) полноповоротные*

Результаты экспериментов показали, что в условиях значительного рассеивания солнечных лучей эффективнее ориентация нормали к плоскости панели не строго на Солнце, а на некоторый угол, определяемый максимумом освещенности и выходной мощности. Однако на практике для уменьшения сложности и стоимости оборудования применяют в основном пассивное устройство слежения за солнцем, выполняющее наведение СФП на теоретическое (календарное) положение Солнца, относительно географических координат и времени (GPS, таймер).

Эффективность при этом, по сравнению с неподвижно стоящими СФП возрастает на 30% [9].

Максимальной эффективности можно добиться применением активной системы ориентации, выполняющей поиск такого положения, в котором на данный момент времени наблюдается максимум освещенности СФП [9].

Конструкции СФП, в свою очередь, предоставляют современным архитекторам широкое поле для реализации своих творческих идей и решений (рис. 3) [5,11].

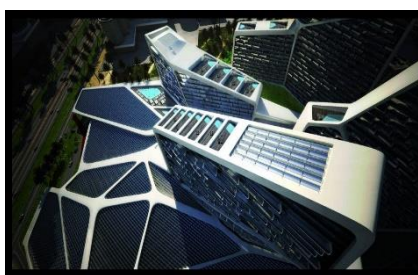


Рисунок 3 - Примеры архитектурных решений

Размещая солнечные установки на жилых конструкциях, необходимо делать поправку на парусность, массу СП и тип крепления, расположение и размеры строения, потребляемую мощность и т.д.

Таким образом, СЭ все более конкурентоспособна ископаемому топливу и является устойчивым источником энергии, оказывающим минимальное воздействие на окружающую среду [5,10,11].

Первичная оценка эффективности применения СЭС

Большим спросом пользуются СЭС в частных домовладениях, где электричество либо вообще недоступно, либо ограничено по времени или мощностям. Например, в садовых товариществах норма подключения 3,5 –5 кВт/ч, что крайне недостаточно для комфортного проживания и эффективного землепользования.

При проектировании жилого здания и конструировании системы его электроснабжения в первую очередь подлежит расчету потребляемые жителями мощности и их распределение по временам года. Так, для

среднестатистической семьи, при наличии газового снабжения, потребляемая электроэнергия составляет от 8 зимой (отопление газовое) до 15 кВт*ч/сут летом для средней полосы России [12]. Для Крымского полуострова опыт эксплуатации частного домовладения площадью 107 м² и составом семьи 4 человека показывает, что среднесуточное потребление электроэнергии при наличии тепло- и газоснабжения (ТГС) составляет: 10-12 кВт*ч/сут в зимний период, до 25 кВт*ч/сут в летний (кондиционеры), до 8 кВт*ч/сут в межсезонье.

Во вторую очередь просчитываются возможности размещения наибольшего количества панелей с соблюдением всех конструкционных и эксплуатационных требований к монтажу и эксплуатации СЭС. Несоблюдение этих требований может привести к разрушению конструкций крыши и самой электростанции. На рисунке 4 представлены фото повреждений панелей СЭС и кровли жилого дома на мысе Фиолент (г. Севастополь), которые стали следствием сильных порывов ветра весной 2021 года.



Рисунок 4 - Повреждение кровли и панелей солнечных батарей

Проведя анализ технических характеристик существующих типов и моделей СФП [13, 14], а также беря в учет ветровую обстановку в Крыму предлагается использовать небольшие по размеру панели мощность 100 Вт с габаритами 1200x700x40 и площадью 0,84 м² соответственно.

Проект жилого дома для частного домовладения

Авторами разработан проект жилого дома для строительства в г. Севастополе на участке площадью 701 кв.м. (рис. 5 а). Он

представляет собой двухэтажное здание с двускатной крышей, ориентация скатов – «север-юг».

Для разработанного проекта проведена оценка технических возможностей по размещению СФП. Пригодная для монтажа СФП площадь составила – 70 кв.м. Максимальное количество панелей с учетом технологических требований монтажа и взаимного затенения составила 45 штук (рис. 5 б).

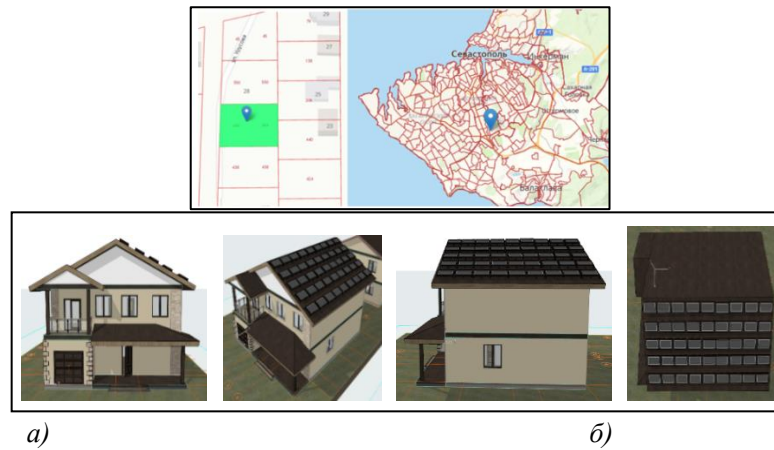


Рисунок 5. Проект жилого дома для строительства в г. Севастополе.
а) географическое положение; б) внешний вид объекта

Для выбранной схемы размещения СФП проведены расчеты на предмет удовлетворения потребностей потребителя электроэнергией посезонно, при наличии и отсутствии тепло- и газоснабжения (ТГС). Расчётные данные приведены в таблице 1.

Из приведенных расчетов видно, что на годичном интервале выработка энергии при оптимальном наклоне СФП (45°) на 10,5%

выше чем при монтировании непосредственно на скатах крыши (23°). Этот показатель на первый взгляд не является существенным. Однако в зимний период эксплуатации, когда эффективность достигает 30-40%, это весьма критичный фактор, поскольку в большинстве случаев недостаток электроэнергии приходится восполнять за счет бензиновых электрогенераторов.

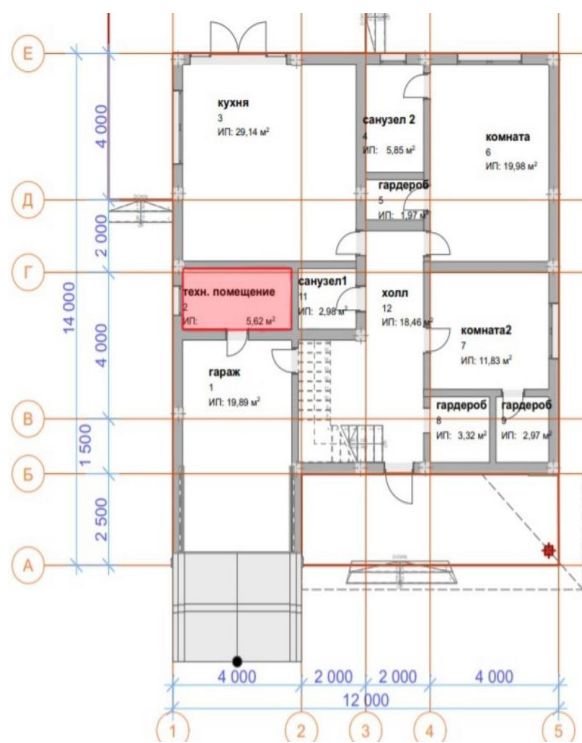
Таблица 1 – Расчет мощностей при наличии и отсутствии ТГС

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	кВт*ч/год
Потребление, кВт*ч/сут													
С ТГС	12,0	11,0	9,0	8,0	7,0	18,0	25,0	25,0	20,0	10,0	11,0	12,0	5040
Без ТГС	25,0	25,0	17,0	10,0	10,0	18,0	25,0	25,0	15,0	7,0	18,0	25,0	6600
Выработка СЭС со стационарными СФП, кВт*ч/сут													
Наклон 45°	12,4	15,9	21,6	24,2	27,3	25,8	28,0	28,2	26,0	21,3	15,7	11,4	7734
Δ с ТГС	0,4	4,9	12,6	16,2	20,3	7,8	3	3,2	6	11,3	4,7	-0,6	2694
Δ без ТГС	-12,6	-9,1	4,6	14,2	17,3	7,8	3	3,2	11	14,3	-2,3	-13,6	1134
Наклон 23°	7,3	10,5	17,6	24,7	28,6	30,8	31,1	28,9	22,9	15,1	9,4	6,3	6996
Δ с ТГС	-4,7	-0,5	8,6	16,7	21,6	12,8	6,1	3,9	2,9	5,1	-1,6	-5,7	1956
Δ без ТГС	-17,7	-14,5	0,6	14,7	18,6	12,8	6,1	3,9	7,9	8,1	-8,6	-18,7	396

Электростанции со статическим СФП могут полностью удовлетворить потребности домовладельцев только при наличии ТГС и монтировании панелей под оптимальным углом.

Установка СЭС помимо панелей требует наличия аккумуляторов (АКБ). Их задача заключается в накоплении электроэнергии и его отдачи потребителям. АКБ химически небезопасны, нуждаются в изоляции. Кроме того, чувствительны к температуре окружающей среды и влажности.

При расположении в неблагоприятных условиях эффективность и срок службы таких накопителей значительно сокращаются. Требуется отдельное помещения для размещения оборудования, желательно в нежилой зоне и максимально защищенного от проникновения посторонних (детей). В разработанном проекте это гаражная зона, размер помещения 2×3,5 метра, что достаточно для размещения 15-20 аккумуляторных батарей и управляющего модуля (рис. 6).



а)



б)

Рисунок – 6. План 1 этажа:

а) проект размещения технического помещения, б) пример размещения оборудования СЭС

Таким образом, расчетные данные показывают, что использование СЭС стандартного типа (статические панели) обеспечивает потребителей требуемыми мощностями на всем протяжении года только при наличии систем ТГС. Однако в настоящее время далеко не все частные домовладения газифицированы, что в зимние периоды эксплуатации зданий и сооружений перед домовладельцами ставит задачу поиска альтернативных источников тепла. К числу таких источников относятся автономные

газовые и твердотопливные котлы. Использование этих систем в условиях Крыма весьма затратное и влечет к необходимости экономии электроэнергии.

Выходом из сложившейся ситуации является использование СЭС с большей эффективностью. К их числу относятся станции с динамическими системами ориентации СФП. Этому направлению посвящены дальнейшие исследования авторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anam M.Z., Bari A.B.M.M., Paul S.K., Ali S.M., Kabir G. Modelling the drivers of solar energy development in an emerging economy: Implications for sustainable development goals // Resources, Conservation & Recycling Advances. 2022. Vol. 13. 200068: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200068> (дата обращения: 16.02.2022).
2. Solar Power by Country 2022. World Population Review: [Электронный ресурс]: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/solar-power-by-country> (дата обращения: 12.03.2022).
3. Солнечная архитектура: используем силу звезд. Архидом: [Электронный ресурс]: <https://archidom.ru/journal/kultpokhod/solar-architecture-using-the-power-of-the-stars> (дата обращения: 13.12.2021).
4. Плюсы и минусы солнечной энергетики: [Электронный ресурс]: <https://plusiminy.ru/plyusy-i-minusy-solnechnoj-energetiki> (дата обращения: 02.03.2022).
5. 38 Benefits of Solar Energy in our Life: <https://batterychargersexpert.com/38-benefits-of-solar-energy> (дата обращения: 01.08.2021).
6. Типы солнечных электростанций: башенные, тарельчатые, параболоцилиндрические концентраторные, солнечно-вакуумные, комбинированные: [Электронный ресурс]:

<http://electricalschool.info/energy/1733-tipy-solnechnykh-jelektrostancijj.html> (дата обращения: 10.05.2021).

7. Андреев С. В. Солнечные электростанции. М.: Наука, 2002. 215 с.

8. Типы солнечных электростанций: [Электронный ресурс]: https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/pv_systems.htm (дата обращения: 15.03.2021).

9. Трекеры для солнечных панелей: зачем нужны и в чем их преимущества: [Электронный ресурс]: <https://solarpanel.today/trekeri> (дата обращения: 26.02.2021).

10. Belsky A. A., Glukhanich D.Y., Carrizosa M.J., Starshaia V.V. Analysis of specifications of solar photovoltaic panels // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 159. 112239: – URL:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2022.112239>

11. Creative solar designs: [Электронный ресурс]: <https://www.pinterest.com/craigataylor/creative-solar-designs> (дата обращения: 18.01.2022).

12. Дюсьмикеев А.Б. Базовые принципы солнечной энергетики для проектирования и строительства солнечных электростанций // Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь: Проект №00077154. Минск, 2016.

13. Дюсьмикеев А.Б. Проектирование строительных конструкций с учетом энергоэффективных инженерных систем. Энергообеспечение инженерных систем и мест общего пользования солнечными фотоэлектрическими панелями // Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь: Проект №00077154. Минск, 2016.

14. Строительная климатология – Республика Крым, Севастополь:// [Электронный ресурс]: <https://www.vo-da.ru/tool/cp-info#!213>. (дата обращения: 11.04.2021).

DESIGN OF BUILDINGS IN SEVASTOPOL, TAKING INTO ACCOUNT THE USE OF SOLAR PANELS

*Lomonosov S.E., Shevchenko N.V.,
Murzin D.G., Lomonosova E.S.*

The article presents the main aspects of the use of the application of clean energy sources in modern architecture, discusses the advantages and disadvantages of using solar power plants for residential buildings. Calculated the energy consumption of an average family. The architectural design of the dwelling building has been developed, taking into account the climatic and geographical characteristics of the location and the construction of the building. The calculations of the generation of solar panels of stationary type and with variable slope of the panels are carried out. The effectiveness of solar energy in Sevastopol is justified. Proposals for further use in the Republic of Crimea eco-energy in architectural solutions are formulated.

Keywords: *energy, green energy, ecology, solar power plants, photovoltaic panels, tracker systems, solar architecture, building design, residential building, land, technical premises.*

*Ломоносов Сергей Евгеньевич,
Шевченко Николай Витальевич,
Мурзин Дмитрий Геннадьевич,
Ломоносова Елизавета Сергеевна, 2023*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.315.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЛАВКЕ ГОЛОЛЁДА НА ПРОВОДАХ ЛЭП

Будко Степан Игоревич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

В данной статье рассматривается одна из практических проблем в системе электроснабжения – образование гололеда на проводах воздушных линий электропередачи. Результат воздействия гололеда приводит к серьезным негативным последствиям, вызывая длительные нарушения в работе электрических сетей. Предлагаемый вариант электротехнического комплекса системы плавки гололёда позволит не отключать потребителей, поддерживать стабильность режима и сохранять бесперебойность электроснабжения сети, повышая надежность системы. При разработке данного электротехнического комплекса учтено влияние изменения погодных условий на тепловые процессы в системе «провод – ледяная оболочка – окружающая среда».

Моделирование тепловых процессов при плавке гололеда на проводах показало условия успешного решения задачи. Представлены результаты решения в виде таблиц с параметрами тепловых процессов для нескольких сечений проводов. Благодаря математическому моделированию становится возможно определить параметры системы нагрева и режима работы ЛЭП при протекании токов плавки.

Ключевые слова: система плавки гололёда, математическая модель, моделирование тепловых процессов, сталеалюминовые провода, гололёдные отложения, длительно-допустимый ток, индуктивная нагрузка, компенсирующее устройство, подогрев ледяной оболочки, мощность тепловыделения.

Образование гололёда на проводах создает условия для серьезных аварий на ЛЭП, имеющих массовый характер. Аварии, связанные с гололёдными отложениями, наносят серьезный материальный ущерб производству. Проблема решается выполнением мероприятий нагрева «аварийных» ЛЭП токами «плавки» гололедных отложений, с предварительным отключением линии от источника питания, что

нарушает непрерывность и бесперебойность электроснабжения [1, 2].

Несовершенство существующих способов решения рассматриваемой проблемы наталкивает на исследование возможности применения электротехнического комплекса системы плавки гололёда без отключения нагрузки. Одним из вариантов является установка компенсирующего устройства в начале линии и подключение индуктивной нагрузки в конце линии (Рис.1) [1, 2].

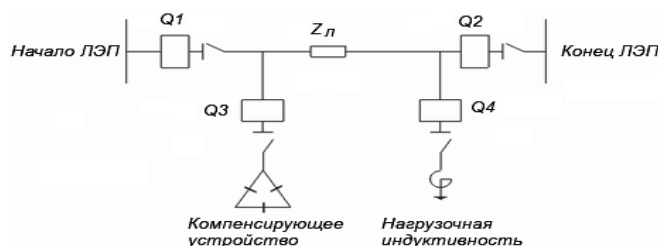


Рисунок 1 – ВЛЭП 10 кВ с оборудованием для плавки гололёда: Q – выключатели

Разработка вышеприведенного электротехнического комплекса начинается с

определения параметров системы нагрева проводников и режимов работы ЛЭП. Для

оценки возможности плавления гололеда на проводах выполнен расчет мощности тепловыделения для нескольких сечений сталеалюминевых проводов при протекании длительно допустимых токов и токов с двухкратным увеличением значений. Ориентация на использование численных методов расчета требует оценки погрешности моделей, в сравнении с табличными значениями параметров, найденных экспериментально.

Значения потерь при разных значениях тока рассчитываются без учета нелинейности электромагнитной задачи. Определение мощности тепловыделения произведено по табличным значениям потерь мощности в проводниках.

В результате определены значения мощности тепловыделения во всех жилах проводов для расчетных токов в проводах. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Токи и потери активной мощности в проводах

Сечение проводника, мм ²	I _p = I _{дд}			I _p = 2 · I _{дд}		
	Разность потенциалов, ΔV	ΔP, Вт/м	I, А	Разность потенциалов, ΔV	ΔP, Вт/м	I, А
50/8	0.260	26,05	210,65	0.520	104,82	419,70
70/11	0.240	29,63	266,98	0.478	118,29	530,75
70/72	0.225	28,33	266,51	0.451	113,85	534,22
95/16	0.230	34,86	335,57	0.459	138,78	665,07
95/141	0.221	33,94	334,94	0.446	137,06	667,40
120/27	0.210	32,76	365,42	0.420	132,01	733,84

Задача поиска значений токов линий, соответствующих выгодному режиму плавления отложений гололеда, решается численным методом. Простое масштабирование потерь мощности для разных токов, опирающееся на табличные значения, сопровождается внесением погрешности, обусловленной влиянием тока на магнитную проницаемость стальных жил. Проверка расчетных параметров модели

проводов и табличных значений показывает значительную разницу. Причина заключена в конструкции проводов, свитых в спираль. Для учета влияния разницы реальной длины жил и длины линии используется коэффициент укрутки. В процессе расчета учет отклонения длины жил на сопротивление выполнен с помощью корректировки удельного сопротивления следующими соотношениями [4]:

$$R = \frac{\sigma_{20} \cdot l}{S} \cdot K_{укр} \quad (1)$$

$$\sigma_{20} = \frac{R \cdot S}{l \cdot K_{укр}} \quad (2)$$

Где: R – электрическое сопротивление многопроволочного проводника; l – длина проводника; S – поперечное сечение проводника; K_{укр} – коэффициент укрутки сталеалюминевых проводников.

В итоге, сопротивление и потери мощности на единицу длины для нескольких сечений проводов приведены в соответствии с

табличными значениями. Результаты коррекции параметров проводов показали при сравнении расчетных значений, найденных численным методом и на основании табличных параметров, небольшие расхождения и приведены в таблице 2. Расчетные значения сопротивления потерь мощности определены для длины провода, равной одному метру.

Таблица 2 – Табличные и расчетные значения потерь мощности в проводах

S, мм ²	K _{укр}	γ _{расч} , Ом/м	ρ _{расч} , Ом · м	ΔP _{табл} , Вт/м (I _{дд})	ΔP _{табл} , Вт/м (2I _{дд})	ΔP _{расч} , Вт/м (I _{дд})	ΔP _{расч} , Вт/м (2I _{дд})	δ ₁ , %	δ ₂ , %
50/8	0,16829	0,5951	0,1768	26,54	106,19	26,05	104,82	1,85	1,29
70/11	0,16829	0,4818	0,2090	29,49	117,97	29,63	118,29	0,49	0,27
70/72	0,05644	0,4194	0,5201	28,33	113,85	28,33	113,85	3,93	3,49
95/16	0,16829	0,3007	0,1697	35,93	143,74	34,86	138,78	2,98	3,45

S , мм ²	$K_{укр}$	$\gamma_{расч}$, МОм/м	$\rho_{расч}$, Ом · м	$\Delta P_{табл}$, Вт/м ($I_{дд}$)	$\Delta P_{табл}$, Вт/м ($2I_{дд}$)	$\Delta P_{расч}$, Вт/м ($I_{дд}$)	$\Delta P_{расч}$, Вт/м ($2I_{дд}$)	$\delta_1, \%$	$\delta_2, \%$
95/141	0,04238	0,3146	0,7051			33,94	137,06	5,54	4,65
120/27	0,03400	0,2531	0,8901	33,31	133,22	32,76	132,01	1,65	0,91

S – поперечное сечение проводника;
 $K_{укр}$ – коэффициент укрутки
 сталеалюминевых проводников [4]; $\gamma_{расч}$ –
 расчетное электрическое сопротивление
 проводника; $\rho_{расч}$ – расчетное удельное
 сопротивление проводника; δ_1 –
 относительная погрешность мощностей при
 $I_p = I_{дд}$;
 δ_2 – относительная погрешность мощностей
 при $I_p = 2I_{дд}$.

Полученные соотношения для расчета
 параметров проводов позволяют проводить
 корректные расчеты источников
 тепловыделения на основании решения
 электромагнитной задачи.

Следующий этап разработки –
 математическое моделирование тепловых
 процессов в системе «проводник – ледяная
 оболочка – окружающая среда». В качестве
 инструмента использован программный пакет
 Comsol multiphysics [4], т.к. он позволяет
 осуществлять моделирование объединенных
 электромагнитных и тепловых процессов с
 учетом нелинейной постановки для
 стационарных и нестационарных задач.

Задача состоит в построении
 компьютерной модели тепловых процессов в
 системе «проводник – ледяная оболочка» и
 последующем решении. В ходе решения
 определяется время разогрева ледяной
 оболочки тепловыми потоками,
 передающимися от проводника,
 рассчитывается распределение температуры
 нагрева в проводе и ледяной оболочке для

каждого момента времени, величина
 мощности, необходимой для разогрева, и
 энергии, затраченной на расплавление льда
 вокруг токоведущих проводов при заданных
 значениях протекающих по ЛЭП токов.

В ходе создания компьютерной модели
 последовательно выполнены:

- подготовка исходных данных;
- построение геометрической
 модели;
- выбор приложения для тепловой
 математической модели;
- задание физических параметров
 для подобластей модели;
- задание граничных условий
 тепловой задачи подогрева;
- выполнение математического
 моделирования тепловых процессов подогрева
 в проводнике;
- получение результатов, их
 обработка и анализ.

К моделированию приняты
 сталеалюминевые провода марки «АС»
 сечением 50, 70, 95 и 120 мм².
 Геометрическая модель выполнена с учетом
 расстояний между проводами,
 соответствующими напряжению $U = 10$ кВ
 (Рис. 2) [5]. Данный ряд сечений является
 наиболее распространенным в электрических
 сетях 10 кВ. Паспортные характеристики [4]
 рассматриваемых проводов представлены в
 таблице 3.

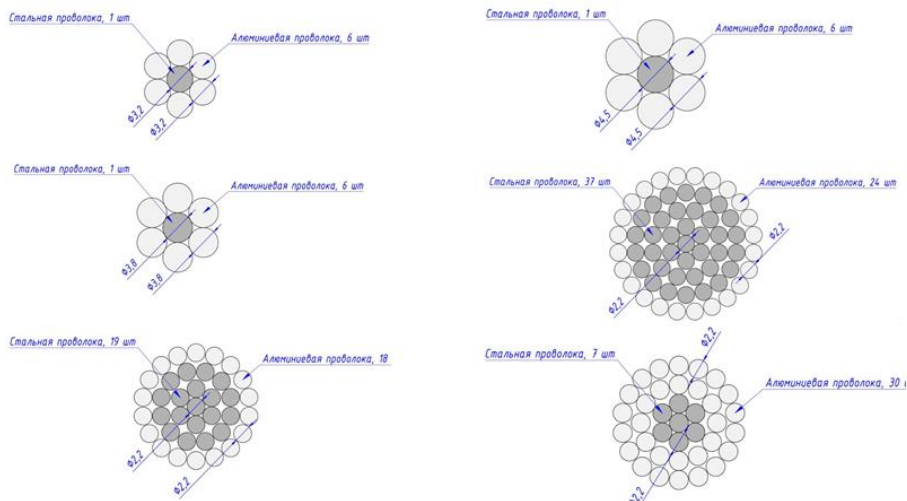


Рисунок 2 – Сталеалюминевые проводники марки АС

Таблица 3 – Параметры сталеалюминевых проводов

S, мм ²	d, мм	r ₁ , мм	d ₁ , мм	r ₂ , мм	d ₂ ,	г ₀ , Ом/км
50/8	9,6	1,6	3,2	1,6	3,2	0,5951
70/11	11,4	1,9	3,8	1,9	3,8	0,4818
70/72	15,4	1,1	2,2	1,1	2,2	0,4194
95/16	13,5	2,25	4,5	2,25	4,5	0,3007
95/141	19,8	1,1	2,2	1,1	2,2	0,3146
120/27	15,4	1,1	2,2	1,1	2,2	0,2531

В таблице обозначено: S – поперечное сечение проводника; d – наружный диаметр проводника; r₁ – радиус одной жилы стального сердечника проводника; d₁ – диаметр одной жилы стального сердечника проводника; r₂ – радиус одной жилы алюминиевых повивов проводника; d₂ – диаметр одной жилы алюминиевых

повивов проводника, г₀ – удельное сопротивление проводника с учетом коэффициента укрутки.

Тепловая задача формулируется в виде дифференциального уравнения в частных производных для двумерной области с внутренними источниками тепла, которая имеет следующий вид [1, 2]:

$$\rho C_p \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + w \quad (3)$$

Где: ρ – плотность материала; C_p – удельная теплоемкость; λ – коэффициент теплопроводности; T – температура; w – удельная мощность тепловыделения.

В качестве материалов или сред для подобластей использованы алюминий, сталь, лед, воздух.

Начальные условия заданы в виде:

$$T(x, y, 0) = T_0(x, y). \quad (4)$$

В качестве граничных условий на боковой поверхности проводника выступает конвективный теплообмен [7]:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha(T - T_c). \quad (5)$$

Уравнение теплопроводности записано для прямоугольной системы координат с учетом того, что в ходе расплавления ледяной оболочки происходит её смещение относительно проводника под действием силы тяжести. Изменение геометрии в ходе плавления льда проще учесть в плоской задаче, чем в осесимметричной [7].

При задании параметров подобластей предварительно определяется объем каждой жилы из повива провода, после чего рассчитывается объемная мощность тепловыделения. Мощности для стальной и алюминиевой жил задаются исходя из результатов расчета электромагнитных задач. Расчетные данные выносятся в таблицу 3.

$$V = \pi R^2 h; \quad (6)$$

$$Q = \frac{P}{V}. \quad (7)$$

Таблица 4 – Расчетные данные параметров провода

S, мм ²	ΔP _{Al} ¹ , Вт/м	ΔP _{Fe} ¹ , Вт/м	V, м ³	Q _{al} , Вт/м ³	Q _{fe} , Вт/м ³	N _{al} , шт	N _{fe} , шт,
I _{dd}							
50/8	4,18	0,96	0,00000804	519901	119403	6	1
70/11	4,79	0,86	0,00001134	422399	75838	6	1
70/72	1,48	0,08	0,0000038	389474	21052	18	19
95/16	5,72	0,49	0,00002025	282469	24198	6	1
95/141	1,27	0,09	0,0000038	334211	23684	24	37
120/27	1,02	0,32	0,0000038	268421	84211	30	7

S, мм ²	ΔP _{Al} ¹ , Вт/м	ΔP _{Fe} ¹ , Вт/м	V, м ³	Q _{al} , Вт/м ³	Q _{fe} , Вт/м ³	N _{al} , шт	N _{fe} , шт,
I _p							
50/8	16,78	4,06	0,0000804	2087065	504975	6	1
70/11	19,07	3,86	0,0001134	1681658	340388	6	1
70/72	5,97	0,33	0,0000038	1571053	86842	18	19
95/16	22,99	0,79	0,00002025	1135309	39012	6	1
95/141	5,23	0,31	0,0000038	1376316	81574	24	37
120/27	4,07	1,38	0,0000038	1071053	363158	30	7

В таблице обозначено: S – поперечное сечение проводника, ΔP_{Al}¹ – потери мощность в одной алюминиевой жиле; ΔP_{Fe}¹ – потери мощность в одной стальной жиле, V – объем одной стальной/алюминиевой жилы, N_{Al} – количество алюминиевых жил в проводнике, N_{Fe} – количество стальных жил в проводнике.

После подготовки модели выделяются несколько групп (сред) в рассматриваемой модели: алюминиевые жилы проводника, стальной сердечник проводника, воздушная среда (зазоры) в проводнике и ледяная оболочка вокруг проводника. В последующем

$$C = C_{\text{тв}} \cdot (1 - H(T - T_{\text{пл1}})) + \frac{L}{\Delta T} \cdot (H(T - T_{\text{пл1}}) - H(T - T_{\text{пл2}})) + C_{\text{ж}} \cdot H(T - T_{\text{пл2}}). \quad (8)$$

Здесь обозначено: L – теплота плавления льда; C_{тв} – теплоемкость льда; C_ж – теплоемкость воды; T_{пл1} – начальная температура плавления ледяной оболочки; T_{пл2} – конечная температура плавления ледяной оболочки; ΔT – перепад температур.

Свойства k, ρ, C_p заданы для твердых и жидких агрегатных состояний ледяной оболочки.

Начальная температура принята равной температуре окружающей среды 268 К (-5 °С).

Теплообмен ледяной оболочки задается в виде конвективного потока при коэффициенте теплообмена 5 Вт/(м² · К);

для каждой среды задаются тепловые свойства, граничные условия и ограничения.

Моделирование процесса плавления имитируется с помощью локального увеличения теплоемкости льда, переходящего в жидкое состояние.

Для этого задан перепад температуры ΔT = T_{пл1} – T_{пл2}, равный 2 °С, при котором происходит расплавление. Для ввода зависимости эквивалентной теплоемкости от температуры в качестве свойств материала, кроме ввода табличных значений, используется ступенчатая логическая функций в виде аппроксимирующих выражений функции Хевисайда вида [1, 2, 4]:

Данный коэффициент теплообмена для проводника соответствует отсутствию ветра (0 м/с). При возникновении ветра предусматривается горизонтальное движение воздуха [6].

Результат расчета представлен в виде распределения (рис.3) и временных диаграмм температуры для точек на поверхности провода и в ледяной оболочке на расстоянии 5 мм от поверхности провода (рис.4). Полученные данные соответствуют проводнику марки «АС» сечением 50/8.

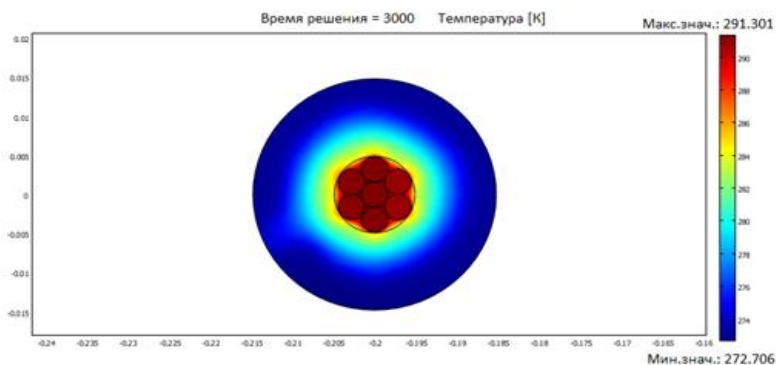


Рисунок 3 – Распределение температуры в проводе с ледяной оболочкой в момент времени 3000 секунд

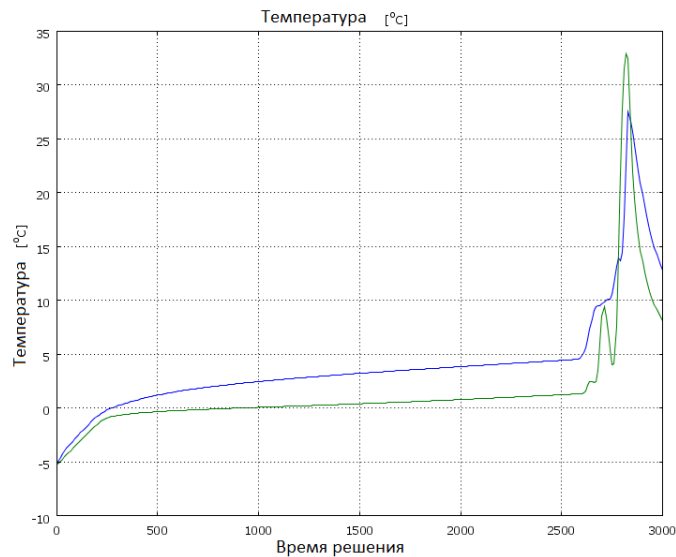


Рисунок 4 – Диаграммы температур от времени в точках:
 $1 - x = -0.2, y = 0.005$; $2 - x = -0.2, y = 0.007$

Как видно из диаграмм, ледяная оболочка за 3000 секунд достигла и переступила температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, что означает начало плавления льда.

В ходе решения были получены следующие результаты:

1. Потребляемая мощность на нагрев (Q), Вт/м = 26,03;
2. Общий тепловой поток, Вт/м = 2,22.

Чтобы судить о подогреве ледяной оболочки во время решения задачи,

необходимо контролировать величину общего теплового потока, если её значение превышает нулевую отметку, то процесс подогрева идет.

Получение информации о возможности расплавления оболочки быстрее достигается при использовании решения стационарной задачи теплопроводности. Для такой постановки задание параметров плавления льда и изменения теплоемкости не требуется. Результаты расчета представлены на рис.5.

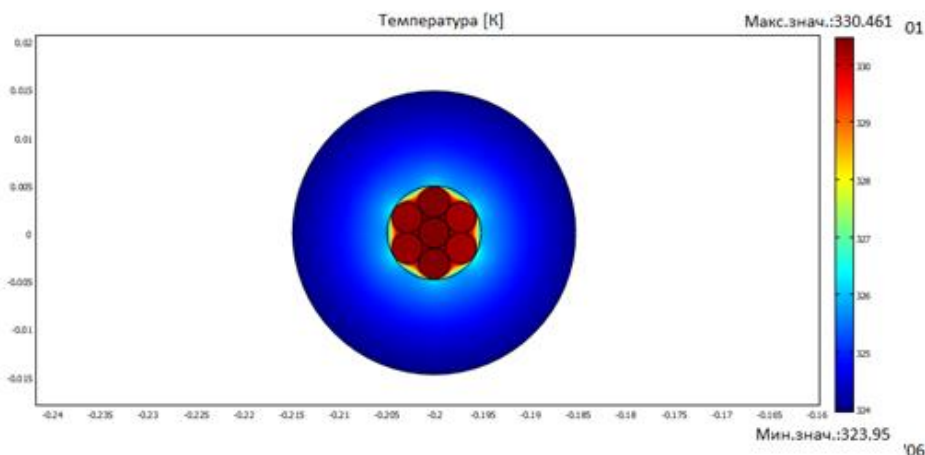


Рисунок 5 – Распределение температуры в проводе с оболочкой при стационарном решении задачи

Решение показало, что при стационарном процессе тепловой задачи проводник и окружающий его лед разогреваются до 323,95 К (в минимальной точке нагрева), температура достигает $51\text{ }^{\circ}\text{C}$, что говорит о разогреве или проплавлении ледяной оболочки за более продолжительное время.

Аналогичные операции решения были проведены для всего ряда заданных сечений

при протекании токов длительно-допустимых и расчетных при температурах окружающей среды $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, результаты приведены в таблице 5.

В таблице приняты обозначения:
 S – поперечное сечение проводника;
 T – время решения тепловой задачи;
 $T_{\text{раз}}$ – температура разогрева ледяной оболочки в указанных координатах;
 Q – потери мощности на нагрев проводника;

q – общий тепловой поток; $T_{\text{стац}}$ – температура разогрева ледяной оболочки в указанных координатах при решении тепловой задачи в стационарном режиме.

На основании полученных значений температуры в результате нагрева ледяной

оболочки и мощности тепловыделения при заданных длительно-допустимых и увеличенных расчетных токах в рассматриваемых погодных условиях, можно судить о эффективности подогрева ледяной оболочки.

Таблица 5 – Результаты решения тепловой задачи нагрева ледяной оболочки при температурах окружающей среды $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

S, мм ²	T, с	T _{раз} , К	Q, Вт/м	q, Вт/м	T _{стац} , К
I_{дд}					
t_{окр.среда} = $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, d_{лед.оболочка} = 20 мм, без ветра					
50/8	3000	278	26,03	2,22	323,95
70/11	4000	277,1	29,58	2,23	327,96
70/72	5000	273,95	28,16	2,64	318,57
95/16	4000	278,2	33,18	0,15	331,05
95/141	10000	274,1	33,81	4,33	321,99
120/27	6800	278,9	32,83	1,42	326,97
t_{окр.среда} = $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, d_{лед.оболочка} = 20 мм, без ветра					
50/8	5000	274,01	26,03	3,72	318,96
70/11	5000	276,8	29,58	5,19	322,97
70/72	6000	275,71	28,16	6,31	313,57
95/16	5000	277,2	33,18	7,87	326,05
95/141	13000	279,9	33,81	14,08	316,99
120/27	7800	278,2	32,83	5,22	321,97
I_p					
t_{окр.среда} = $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, d_{лед.оболочка} = 20 мм, без ветра					
50/8	700	279,9	104,71	2,18	493,01
70/11	600	277,2	118,21	2,02	507,63
70/72	700	274,01	113,72	4,45	472,25
95/16	700	283,1	139,51	1,81	533,09
95/141	900	275,3	137,01	62,13	486,78
120/27	1000	274,2	131,72	79,8	504,58
t_{окр.среда} = $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, d_{лед.оболочка} = 20 мм, без ветра					
50/8	800	277,5	104,71	4,11	488,09
70/11	700	276,1	118,21	4,44	502,63
70/72	800	274,1	113,72	7,18	467,25
95/16	800	285,1	139,51	7,18	528,09
95/141	1000	275,04	137,01	29,49	481,78
120/27	1500	283,8	131,72	9,24	499,58

Определены режимы, при которых плавление осуществимо за минимальное время: таким режим соответствует моделирование при $I_p = 2 \cdot I_{дд}$ – за диапазон времени от 10 до 16,5 минут в заданном ряде сечений проводников ледяная оболочка подогревается до температуры от $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, что говорит о начале плавления ледяной оболочки вокруг проводников. Такие режимы работы требуют кратковременного потребления большой мощности: от 105 до 132 Вт/м. Режимы опасны тем, что при длительном пропускании по проводника заданных токовых величин, возможно их механическое разрушение за счет достижения высокой температуры и нагрева, на которые

сталеалюминевые жилы проводника не рассчитаны.

Интересно выглядят режимы работы подогрева ледяной оболочки вокруг проводника при $I_p = I_{дд}$. Такие режимы работы рассчитаны на длительное время, и при наименьших энергозатратах обеспечивают нагрев заданного ряда проводников в диапазоне от $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$, что также говорит о подогреве ледяной оболочки. Потребляемая мощность составляет от 26 до 34 Вт/м, такое потребление мощности в 4 раза меньше, чем при режиме, описанном выше.

В перспективе, требуется рассмотреть описанные режимы работы системы плавки гололёда при различных погодных условиях и,

при необходимости, сократить расчетные энергозатраты при режимах с повышенным потреблением мощности на нагрев ледяной оболочки.

Моделирование электромагнитных и тепловых процессов показало эффективность

применения численного решения задач при проектировании систем плавки гололеда и подтвердило возможность сокращения энергозатрат и времени полного проплавления ледяной оболочки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базаров А.А., Данилушкин А.И., Осипов В.С. «Система плавки гололёда на проводах линии электропередачи без отключения нагрузки» // «Вестник СамГТУ», 2015, №3, с.109-117.
2. Базаров А.А., Будко С.И. «Постановка задачи моделирования тепловых процессов при разработке системы плавки гололёда на проводах ЛЭП 10 кВ без отключения нагрузки» // Сборник статей II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции. – Томск, 2022, С. 206 – 209.
3. Государственный стандарт «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи» // ГОСТ 839-2019. – Москва, 2019, С. 24, 34-35.
4. Информационные системы, ресурсы для обучения в программном обеспечении «Comsol Multiphysics». – Режим доступа: <https://www.comsol.ru/comsol-multiphysics> (дата обращения 20.05.2023).
5. Информационные системы, банки данных в области опор линий электропередачи, проводов, тросов и других изделий для ЛЭП. – Режим доступа: <https://linijaopory.ru/> (дата обращения 26.05.2023).
6. Информационные системы, ресурсы данных в области физических и теплофизических свойств стали, алюминия и воздуха. – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/> (дата обращения 29.05.2023).
7. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.

MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL PROCESSES OF HEATING THE ICE SHELL IN THE ICE MELTING SYSTEM ON THE POWER LINES

Budko S.I.

This article discusses one of the practical problems in the power supply system – the formation of ice on the wires of overhead power lines. The result of exposure to ice leads to serious negative consequences, causing long-term disruptions in the operation of electrical networks. The proposed version of the electrical complex of the ice melting system will allow not to disconnect consumers, maintain the stability of the regime and maintain the continuity of the power supply network, increasing the reliability of the system. When developing this electrical complex, the influence of changes in weather conditions on thermal processes in the "wire – ice shell – environment" system was taken into account.

Modeling of thermal processes during melting of ice on wires showed the conditions for a successful solution of the problem. The results of the solution are presented in the form of tables with parameters of thermal processes for several wire sections. Thanks to mathematical modeling, it becomes possible to determine the parameters of the heating system and the operating mode of the power line during the flow of melting currents.

Keywords: *ice melting system, mathematical model, modeling of thermal processes, steel-aluminum wires, ice deposits, long-permissible current, inductive load, compensating device, heating of the ice shell, heat dissipation power.*

Будко Степан Игоревич, 2023

УДК 33

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УЗЛА ОТПАРНОЙ КОЛОННЫ УСТАНОВКИ ГИДРОКРЕКИНГА ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА

Головина Наталия Сергеевна

Магистрантка,

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

Бурухина Оксана Владиславовна

Кандидат химических наук, доцент,

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

В данной статье рассмотрена математическая модель узла отпарной колонны блока фракционирования процесса гидрокрекинга которая в составе компьютерного тренажерного комплекса (КТК) позволяет обрабатывать технологический режим в соответствии с регламентом. В модели колонны учитывается теплоотдача в окружающую среду, температура окружающей среды, а также теплопроводность материала корпуса. Динамические характеристики модели отражают максимально приближенную к реальной реакцию объекта на возмущения и управляющие воздействия.

Ключевые слова: *моделирование, компьютерный тренажерный комплекс, автоматизированная обучающая система, математическая модель, динамическая модель, отпарная колонна, тарельчатая колонна, ректификация, блок фракционирования, гидрокрекинг.*

В последнее время для обучения технологического персонала начали внедрять типовые тренажерные комплексы, выполненные на базе основных процессов и аппаратов химической технологии. Компьютерный тренажерный комплекс (КТК) позволяет отладить производство до его пуска, путем отладки логики управления и используя наилучшие сочетания технологических параметров. Виртуальное производство создается на основе математического моделирования всех процессов и аппаратов и отражает все режимы и логику управления. Ранее нами были разработаны модель аварийных ситуаций на тренажерном комплексе производства ароматических углеводородов [1] и модель центробежного насоса для работы в составе компьютерного тренажерного комплекса [2]. Математическое моделирование работы узла отпарной колонны осуществляется на основе решения динамических систем нелинейных дифференциальных уравнений химической кинетики, уравнений состояния для описания фазовых переходов, уравнений тепло- и массообменных процессов, уравнений теплового и материального баланса компонентов продуктов, а также систем уравнений гидродинамики и гидравлики.

Кроме того, моделируются все необходимые для управления технологическим процессом регулирующие клапаны, ручные задвижки и датчики КИПиА, необходимые для управления технологическим процессом [4].

Рассмотрим работу разработанной нами модели узла отпарной колонны (рисунок 1). Нагретый в теплообменниках нестабильный гидрогенизат подается на 15 тарелку отпарной колонны К-211. В качестве теплоносителя используется непревращенный остаток – вакуумный газойль, который подается в трубное пространство теплообменников. В колонне К-211 производится отпарка из гидрогенизата кислых газов и легких углеводородов, которые выводятся с верха отпарной колонны. Для отпарки легких фракций применяется перегретый водяной пар. Водяной пар среднего давления подается в низ К-211, под нижнюю 40-ую тарелку колонны. Пары головного погона колонны К-211 конденсируются и охлаждаются в воздушном конденсаторе-холодильнике, а дальше поступают в рефлюксную емкость. В емкости происходит разделение газовой фазы, жидких углеводородов и кислой воды. Кислые газы с верха рефлюксной емкости поступают на аминовую очистку в абсорбер. Балансовое

количество легкого бензина с низа емкости откачивается насосами в дебутанизатор. Кислая вода (конденсат водяного пара с растворенным сероводородом) собираются в отстойной зоне, откуда выводится с установки совместно с другими кислыми стоками. Также

часть легкого бензина идет на орошение отпарной колонны. Продукт с низа отпарной колонны К-211 за счет разницы в давлении в К-211 и К-221 подается в колонну атмосферной перегонки К-221 [5].

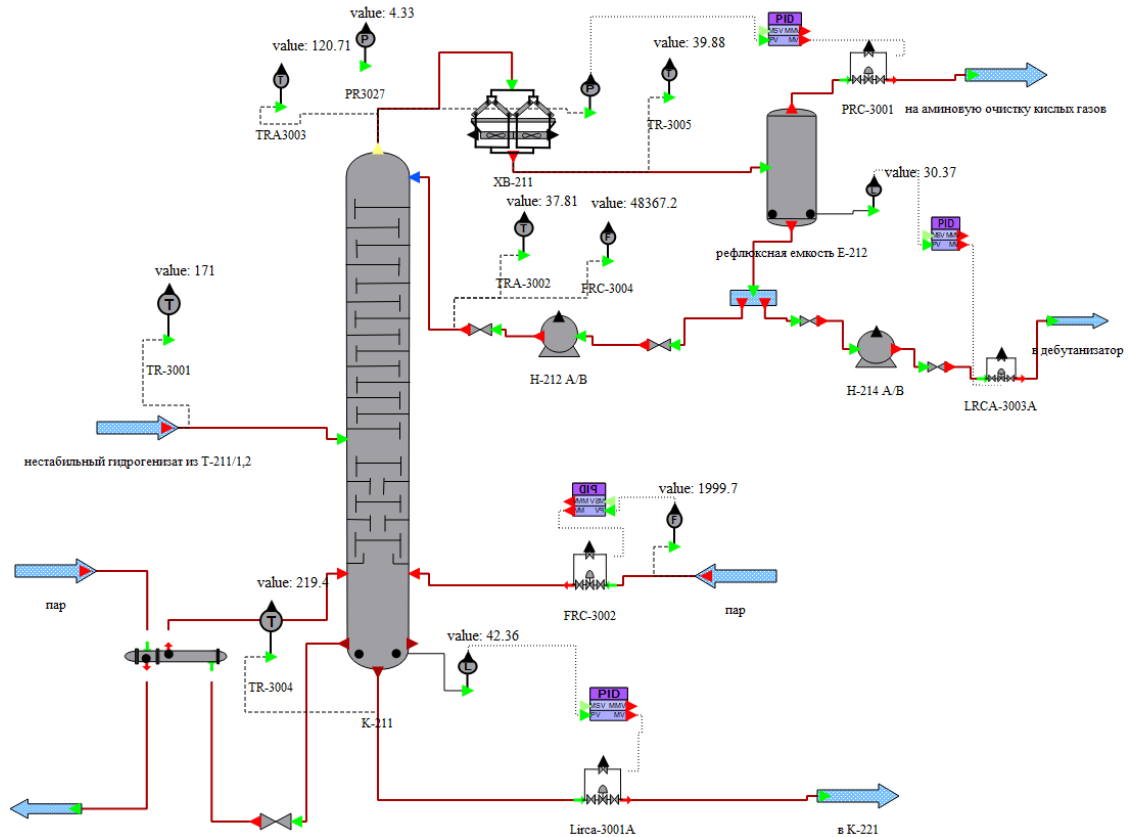


Рисунок 1 – Технологическая установка узла отпарной колонны

Сравнение показателей реальной узла отпарной колонны и разработанной модели

узла отпарной колонны представлены в таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение показателей реальной и разработанной модели колонны

Показатели	Реальная модель	Разработанная модель	Относительная погрешность, %
Питание колонны, кг/ч	242908,00	242105,01	0,33
Флегма, кг/ч	48604,00	48367,21	0,49
Пар, кг/ч	2000,00	1999,70	0,02
Температура куба, °C	222,00	219,40	1,17
Температура верха, °C	121,00	120,71	0,24
Температура флегмы, °C	37,00	37,81	2,19
Давление верха, кгс/см ²	4,40	4,33	1,59

Таким образом, разработанная модель узла отпарной колонны описывает нормальное функционирование аппарата в предусмотренных технологических режимах и обеспечивает расчет всех измеряемых параметров. Относительная погрешность составляет не более 5%.

Разработанная модель узла отпарной колонны обеспечивает расчет всех измеряемых на установке дистанционно и по месту параметров, описывает нормальное функционирование аппарата во всех предусмотренных технологических режимах. В модели учитывается теплообмен с

окружающей средой, приводящий к остыванию аппаратов и трубопроводов при их отключении и прекращении подачи продуктов. Динамические характеристики модели отражают максимально приближенную к реальной реакцию объекта на управляющие воздействия и возмущения. В качестве таких возмущений рассматриваются расходы (загрузка по сырью, расход теплоносителей и т.д.), давления, состав и температуры потоков, отказы оборудования. При тестировании модели в стационарном и динамическом режимах установлено, что модель корректно

описывает функционирование реального узла отпарной колонны.

Заключение. Разработанная модель узла отпарной колонны отрабатывает в соответствии с технологическим регламентом и может быть использована для обучения персонала в составе компьютерного тренажерного комплекса. Динамические характеристики модели отражают максимально приближенную к реальной реакцию объекта на возмущения и управляющие воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование аварийных ситуаций на тренажерном комплексе производства ароматических углеводородов / Панкратов И.С., Кривоносов А.А., Бурухина О.В., Никифоров И.А. Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. 2019. № 8. С. 134-138.
2. Разработка математической модели центробежного насоса для работы в составе компьютерного тренажерного комплекса / Грачева Ю.А., Кривоносов А.А., Никифоров И.А., Бурухина О.В. Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. 2019. № 8. С. 48-51.
3. Афонин В.В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие / В.В. Афонин, С.А. Федосин. М.: Интуит, 2016. 231 с.
4. Гидрокрекинг – процесс глубокой переработки нефтяных остатков / Р.И. Кузьмина, В.Т. Ливенцев, Т.В. Аниськова, С.Б. Ромаденкина. Учебное пособие для студентов Института химии. – Саратов: Амирит, 2019. – 79 с

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE STEAM COLUMN UNIT OF A HYDROCRACKING UNIT FOR OPERATION AS PART OF A COMPUTER TRAINING COMPLEX

Golovina N.S., Burukhina O.V.

In this article, a mathematical model of the unit of the steam column of the fractionation unit of the hydrocracking process is considered, which, as part of a computer simulator complex (CPC), allows working out the technological mode in accordance with the regulations. The column model takes into account the heat transfer to the environment, the ambient temperature, as well as the thermal conductivity of the housing material. The dynamic characteristics of the model reflect the object's response to disturbances and control actions as close as possible to the real one.

Keywords: modeling, computer training complex, automated training system, mathematical model, dynamic model, steam column, poppet column, rectification, fractionation unit, hydrocracking.

*Головина Наталья Сергеевна,
Бурухина Оксана Владиславовна, 2023*

УДК 65

ВЫБОР ОПТИМАНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ С МЕДЬЮ В ДУДИНСКОМ МОРСКОМ ПОРТУ ЗАПОЛЯРНОГО ТРАНСПОРТНОГО ФИЛИАЛА ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»

Горбунов Никита Владимирович

Студент,

ФГБОУ ВО «Сибирский Государственный университет Водного Транспорта»

В статье рассмотрен вариант усовершенствования технологии перегрузки контейнеров с катодной медью в пачках перегружаемых на причалах Дудинского морского порта. Этот вариант позволит сократить затраты и время на грузовую обработку, повысить производительность труда, увеличить пропускную способность порта, степень механизации труда, интенсивность грузовой обработки судна, сократить трудоёмкость перегрузочных работ, что позволит увеличить доходы предприятия.

Ключевые слова: *Дудинский порт, перегрузка контейнеров, перегрузка катодной меди, Норникель.*

Дудинский морской порт – самый северный международный морской порт в России и крупнейший в Сибири. Находится в ведении Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский никель» и эксплуатируется одновременно как морской и речной порт [7].

ПАО «ГМК «Норильский никель», крупнейший мировой производитель цветных металлов.

А так как металлопродукция ПАО «ГМК «Норильский никель» это один из основных грузов, перерабатываемых в порту, основной задачей выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии перегрузки цветных металлов на причалах Дудинского порта.

В перспективе планируется дальнейший рост производства меди в группе компании «Норильский никель», объемы которого к 2025 году по прогнозам достигнут около 500 тыс. т., что будет соответствовать грузообороту Дудинского порта по меди [6, 7].

Металлопродукция поступает в порт с Норильского комбината в вагонах пакетами по 2,5 т, в порту производится затарка пакетов меди в универсальные крупнотоннажные контейнеры типа 1СХ.

Медь будет транспортироваться по воде в Мурманский транспортный филиал ПАО "ГМК "Норильский никель".

Перегрузка проектного грузооборота катодной меди будет осуществляться на причале №1 грузового района «ППК-1».

Схема 1 (существующая)

Перегрузка крупнотоннажных контейнеров производится краном «Liebherr LHM-420» грузоподъемностью 48–124 т (на крюке), оснащенным траверсой с ручной застропкой и отстропкой.

В качестве тыловой механизации используется ричстакер «Hyster».

Схема 2 (предлагаемая)

Перегрузка производится по два крупнотоннажных контейнера одновременно перегружаются краном «Liebherr LHM-420» грузоподъемностью 48–124 т, оснащенным автоматическим спредером для двух контейнеров.

Расчет технологического процесса перегрузочных работ предполагает расчет производительности перегрузочной техники, расчет норм выработки портовых рабочих, норм времени на перегрузку грузов по вариантам перегрузочных работ [1,2].

Часовая техническая производительность перегрузочных машин периодического действия определяется по формуле из:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} \cdot G_{\text{п}}, \text{ т/час}, \quad (1)$$

где: $T_{ц}$ – длительность цикла перегрузочной машины, с;

$G_{п}$ – масса груза, перемещаемого за 1 цикл машины, т.

Производительность крана зависит от длительности его цикла, т. е. интервала времени, в течение которого осуществляется перемещение одной порции груза [5].

$$T_{ц} = t_3 + t_{пер}^{гп} + t_{пер}^0 + t_в, с, \quad (2)$$

где: t_3 – длительность операции застропки груза, с;

$t_{пер}$ – длительность операции перемещения стрелы крана с груженным захватным устройством до места отдачи груза, с;

$t_о$ – длительность операции отстропки груза, с;

Для определения длительности цикла portalного крана разработаны специальные нормативы времени, в соответствии с которыми при перегрузке тарно-штучных грузов в составе цикла выделяют четыре операции:

$t'_{пер}$ – длительность операции перемещения стрелы крана с порожним захватным устройством к месту застропки очередной партии груза, с.

Комплексная норма выработки определяется по формуле:

$$P_{ком} = P_{чт} \cdot t_{оп}, т/см., \quad (3)$$

где: $t_{оп}$ – время оперативной работы в течение смены, час.

Суточная

производительность перегрузочных машин определяется по формуле:

$$P_{сут} = P_{ком} \cdot n_{см}, т/сут., \quad (4)$$

где: $P_{ком}$ – комплексная норма выработки в смену, т/см.;

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

.. $n_{см} = 2$ – количество смен в сутки.

Таблица 1 – Расчет производительности перегрузочной техники

Тип перегрузочных машин	Масса подьема, т	Продолжительность операций, с				Продолжительность цикла, с	Опера-тивное время, мин.	Часовая техническая производительность	Сменная производительность	Суточная производительность	Навигационная производительность, тыс.т/нав
		t_3	$t_{п}^{гп}$	$t_{п}^0$	$t_о$						
1 схема (базовая)											
Мобильный кран «Liebher LHM-420»	22	53	36	32	47	168	583	471	4580	91601	2422
Ричстакер «Hyster 45-31CH»	22	18	143	123	42	326	583	242	2360	4720	1468
Электропогрузчик «Toyota 7FB30»	2,5	12	65	47	23	147	525	61	535	1071	333
Ричстакер «Hyster 45-31CH»	22	18	127	120	42	307	525	258	2257	4515	140

2 схема (предлагаемая)											
Мобильный кран «Liebher LHM-420»	44	48	58	42	47	195	583	812	7892	15786	4173
Ричстакер «Hyster 45-31CH»	22	18	143	123	42	326	583	242	2360	4720	1468
Электропогрузчик «Toyota 7FB30»	2,5	12	65	47	23	147	525	61	535	1071	333
Ричстакер «Hyster 45-31CH»	22	18	127	120	42	307	525	258	2257	4515	1404

Критерием для выбора оптимального варианта технологии перегрузки в работе принимаем минимальные полные

экономические затраты по порту и флоту за время его грузовой обработки [3,4].

Полные экономические затраты по перегрузочным работам:

$$Z_{\text{п}} = \mathcal{E}_{\text{п}} + E \cdot K_{\text{п}}, \text{ тыс.руб.}, \quad (5)$$

где: E – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений, ($E_{\text{н}} = 0,1$).

Полные экономические затраты по флоту:

$$Z_{\text{фл}} = \mathcal{E}_{\text{фл}} + E \cdot K_{\text{фл}}, \text{ тыс.руб.} \quad (6)$$

Полные экономические затраты:

$$Z = Z_{\text{п}} + Z_{\text{фл}} = \mathcal{E}_{\text{п}} + \mathcal{E}_{\text{фл}} + E \cdot (K_{\text{п}} + K_{\text{фл}}), \text{ тыс.руб.} \quad (7)$$

Стоимость основных производственных фондов причала $K_{\text{пр}}$ определяется по выражению:

$$K_{\text{п}} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6, \text{ тыс.руб.} \quad (8)$$

где: K_1 – стоимость подготовки территории причала, тыс.руб.;

K_2 – стоимость подъемно – транспортных машин и оборудования, включая затраты на их транспортировку и монтаж, тыс.руб.;

K_3 – стоимость сооружения крытых складов, тыс.руб.;

K_4 – стоимость строительства подкрановых путей, тыс.руб.;

K_5 – стоимость покрытия территории причала, тыс.руб.;

K_6 – стоимость причальных гидротехнических сооружений, тыс.руб.

Эксплуатационные расходы по порту равны:

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_5 + \mathcal{E}_7, \text{ тыс.руб.} \quad (9)$$

Где: \mathcal{E}_1 – Расходы (издержки) на заработную плату портовым рабочим;

\mathcal{E}_2 – Расходы на амортизацию и текущий ремонт портовых инженерных сооружений;

\mathcal{E}_3 – Расходы на амортизацию и текущий ремонт перегрузочной техники;

\mathcal{E}_4 – Расходы на электроэнергию, топливо и смазку;

\mathcal{E}_5 – Расходы по содержанию распорядительского и обслуживающего персонала и общепроизводственные;

\mathcal{E}_7 – Распределяемые расходы:

Стоимость флота за время его грузовой обработки определяя:

$$K_{\phi} = \frac{K_c \cdot G_n \cdot (t_{гр} + t_{ож})}{Q_{э} \cdot T_n}, \text{ тыс.руб.}, \quad (10)$$

где: K_c – строительная стоимость судна, тыс.руб.;
 G_c – количество груза в судне, т;
 $t_{гр}$ – время грузовой обработки судна, сут.;

$t_{ож}$ – время ожидания судном грузовой обработки, сут.
 Эксплуатационные расходы по флоту за время его стоянки в порту:

$$\mathcal{E}_{\phi} = \frac{G_n \cdot C_{ст}}{Q_{эс}} \cdot (t_{гр} + t_{ож}), \text{ тыс.руб.}, \quad (11)$$

где: $Q_{эс}$ – количество груза в судне, т;
 $C_{ст}$ – стоимость суточного содержания судна на стоянке, руб.
 $t_{гр}$ – время грузовой обработки судна:

$t_{ож}$ – время ожидания судном грузовой обработки:
 Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная таблица экономических показателей

Показатели	Обозначение	Единицы измерения	Вариант технологии перегрузки Катодной меди в пачках	
			1 схема	2 схема
1. Показатели по порту				
Грузооборот	Q_n	тыс.т	500	500
Стоимость основных производственных фондов	K_n	млн руб.	1978,0	1999,7
Пропускная способность за навигацию	Q_n	тыс.т	2421,7	4172,9
Эксплуатационные расходы	\mathcal{E}_n	млн руб.	270,6	264,2
Полные экономические затраты по ПРР	Z_n	млн руб.	468,4	464,2
2. Показатели по флоту за время стоянок				
Средняя продолжительность стоянки расчетного судна	$t_{ст}$	сут.	1,16	0,72
в том числе а) грузовая обработка	$t_{гр}$	сут.	1,04	0,6
б) ожидание обработки	$t_{ож}$	сут.	0,12	0,12
Основные производственные фонды	K_{ϕ}	млн руб.	109,7	58,3
Эксплуатационные расходы по флоту на стоянке	\mathcal{E}_{ϕ}	млн руб.	5,8	3,1
Полные экономические затраты по флоту	Z_{ϕ}	млн руб.	16,8	8,9
3. Сводные итоговые показатели				
Полные экономические затраты	$Z_{общ}$	млн руб.	485,2	473,1 min

Проведенные расчеты показали, что оптимальным вариантом технологии перегрузки катодной меди в пачках в контейнерах в Дудинском морском порту является технология перегрузки с помощью грузозахватного устройства автоматический спредер, который позволяет перегружать по два контейнера с автоматической застропкой и отстропкой, в результате чего сокращается трудоемкость перегрузочных работ,

повышается производительность труда, степень механизации труда, интенсивность грузовой обработки флота.

Полные экономические затраты в этом варианте наименьшие и составляют 588638,6 млн руб., в том числе затраты по перегрузочным работам 464,191 млн руб., затраты по флоту за время его нахождения в порту 124,447 млн руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровская, Ю.С. Технология и организация перегрузочных процессов. Грузозахватные устройства для штучных грузов : справочник / Ю.С. Боровская, Е.С. Жендарева, Г.Ж. Игликова. – Новосибирск : Сиб. гос. унив. водн. трансп., 2021. – 216 с. – Текст : электронный.
2. Иванов, И.А. Технология и организация перегрузочных процессов : Учебное пособие / И.А. Иванов, Е.Н. Лоскутов, Ю.В. Турищев, Н.М. Яичников. – Новосибирск : НГАВТ, 2007. – 405 с. – Текст : электронный.
3. Казаков, А.П. Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте : Учебник / А.П. Казаков. – [3-е изд.]. – М. : Транспорт, 1984. – 416 с. – Текст : непосредственный.
4. Носов, В.П. Технология и организация перегрузочных процессов : учебник / В.П. Носов. – Новосибирск : ФГБОУ ВО «Сибирс. гос. универ. водн. транс.», 2022. – 116 с. – Текст : электронный.
5. Нормативы времени на перегрузочные работы, выполняемые в речных портах и на пристанях: утверждены Министерством речного флота РСФСР 07.12.88 г. – [4-е изд.]. – М. : Транспорт, 1990. – 113 с. – Текст : электронный.
6. АО «КРП» : официальный сайт. – URL: <http://krasrp.ru> (дата обращения: 19.07.2023). – Текст : электронный.
7. ПАО «ГМК«Норильский никель» официальный сайт : годовая отчетность за 2019-22 гг. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www.nornickel.ru/> (дата обращения: 19.07.2023). – Текст : электронный.

SELECTION OF THE OPTIMUM TECHNOLOGY FOR TRANSHIPPING CONTAINERS WITH COPPER IN THE DUDINSKY SEA PORT OF THE POLAR TRANSPORT BRANCH OF PJSC «MMC «NORILSK NICKEL»

Gorbunov N.V.

The article discusses options for improving the technologies for overproduction of containers with cathode copper in packs, reloaded at the berths of the Dudinsk seaport. This option allows you to reduce the cost and time for cargo handling, increase labor productivity, increase the throughput of the port, the degree of mechanization of labor, intensive handling of cargo ships, reduce the labor intensity of reloading operations, which will increase the capacity of the enterprise.

Keywords: *Port of Dudinsk, transshipment of containers, transshipment of cathode copper, Norilsk Nickel.*

Горбунов Никита Владимирович, 2023

УДК 62

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РЕМОНТА ГОРЕЛОК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ ИНОСТРАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ПОСТАВОК УЗЛОВ

Гутник Михаил Михайлович

Руководитель направления ООО «ЭНПРОС»

Васильев Василий Дмитриевич

Технический директор ООО «ЭНПРОС»

Булысова Людмила Александровна

К.т.н., научный руководитель ООО «ЭНПРОС»

Представлен опыт компании ООО "ЭНПРОС" при организации и проведении сервисных работ по восстановительному ремонту на примере горелочных устройств (ГУ) для ГТУ типа SGT-800 производства Siemens, широко эксплуатирующихся в РФ.

Показаны этапы работ, необходимые для формирования технического задания (ТЗ) на восстановительный ремонт, которые включают изучение: технической документации ГТУ; зарубежных источников (материалы статей, конференций) по предмету исследований; состава оригинальных материалов, как самих горелок, так и теплозащитных покрытий на них, подбор отечественных аналогов наиболее близких по составу и свойствам, а также проведение томографии ГУ.

Продемонстрированы целесообразность и достоинства кооперации различных отечественных научно-технических подразделений, способствующей эффективному проведению восстановительного ремонта.

Ключевые слова: *энергетические ГТУ, горелочные устройства, камеры сгорания, восстановительный ремонт, горение, теплозащитные покрытия, металлография, термоциклика, испытания, анализ, сервисное обслуживание.*

В РФ, в условиях отсутствия локализованного производства импортных ГТУ или отдельных элементов ее горячего тракта; осуществления, до недавнего времени, сервиса наиболее сложных узлов (горелочные устройства, жаровые трубы, лопатки турбины 1-й и 2-й ступеней) исключительно зарубежными сервисными компаниями, существенно ограничены знания по используемым материалам и компетенции по технологическим процессам изготовления и ремонта. Для ряда импортных ГТУ отсутствует документация, регламентирующая требования к восстановительному ремонту элементов горячего тракта ГТУ и методам его проведения. Практически нет статистики по наработке отечественных материалов в условиях эксплуатации данных ГТУ.

На сегодняшний день, в рамках санкционной политики и ограниченного доступа, как к зарубежным сервисным

компаниям, так и к запасным частям, требуется обеспечить работоспособность и надежность импортного энергетического оборудования, эксплуатирующегося в РФ. Это требует от отечественных сервисных компаний, к которым относится и ООО "ЭНПРОС", быстрого наращивания своих компетенций, разработке методик восстановительного ремонта и технологий его выполнения.

Например, более 50 шт. энергетических ГТУ SGT-800 мощностью 43-50,5 МВт, с КПД 37,5-38,3%, эмиссиями NOx менее 15 ppmv, CO менее 5 ppmv, эксплуатируются в РФ. Данные ГТУ прошли ряд модификаций, при которых последовательно улучшались их характеристики по мощности, ресурсу, расширению диапазона устойчивой работы, температурному состоянию элементов горячего тракта. График ремонта и замены узлов модернизированной ГТУ представлен в таблице 1 [1].

Таблица 1 – График замены основных частей горячей секции, ЭЧЭ

		0°	30°	60°	90°	120°
Горелки	компл.1	Оригинальный		Восстановленный	Восстановленный	Восстановленный
	компл.2		Новый		Восстановленный	Восстановленный
Камера сгорания	компл.1	Оригинальный				
	компл.2		Новый			
	компл.3			Новый		
	компл.4				Новый	
Сопловые лопатки 1-й ст.	компл.1	Оригинальный				
	компл.2		Новый			
	компл.3			Новый		
	компл.4				Новый	
Рабочие лопатки 1-й ст.	компл.1	Оригинальный				
	компл.2		Новый			
	компл.3			Новый		
	компл.4				Новый	
Сопловые лопатки 2-й ст.	компл.1	Оригинальный				
	компл.2		Новый			
	компл.3			Новый		
	компл.4				Новый	
Рабочие лопатки 2-й ст.	компл.1	Оригинальный				
	компл.2		Новый			
	компл.3			Новый		
	компл.4				Новый	
Сопловые лопатки 3-й ст.	компл.1	Оригинальный			Новый	
	компл.2					
Рабочие лопатки 3-й ст.	компл.1	Оригинальный			Новый	
	компл.2					

Из этой таблицы видно, что из всех узлов горячего тракта подлежат восстановлению только горелки, ни камеры сгорания, ни сопловые и рабочие лопатки 1-3-ей ступеней турбины не восстанавливаются после наработки ресурса в 24 000-30 000 ЭЧ, а заменяются на новые. Для каждой ГТУ необходимо два комплекта горелок: оригинальный и новый. По истечению срока эксплуатации (24 000 ЭЧ) оригинальный заменяется на новый, проходит восстановительный ремонт и далее новый заменяется на восстановленный и так до выработки ГТУ ресурса в 120 000 ЭЧ. Таким образом, каждый комплект горелок в среднем не должен проработать более 60 000 ЭЧ, что

составляет 2 цикла восстановления. Ниже подробно рассмотрим, что имеется в виду компанией производителем Siemens под восстановительным ремонтом горелок.

Как было сказано выше, ГТУ проходили модернизацию. Камера сгорания, состоящая из кольцевой жаровой трубы и комплекта горелок (30 шт.) являются одними из узлов, который был модернизирован. Рассмотрим более подробно конструкцию горелки и ее элементы, подвергшиеся модернизации.

Модель горелочного устройства и схема подачи и распределения топлива по топливным каналам горелки показана на рисунке 1. [2].

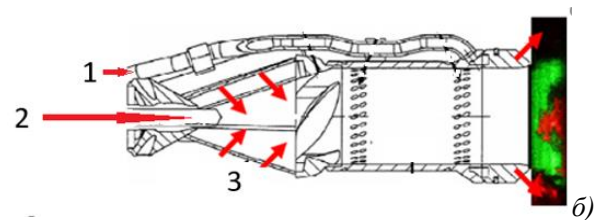
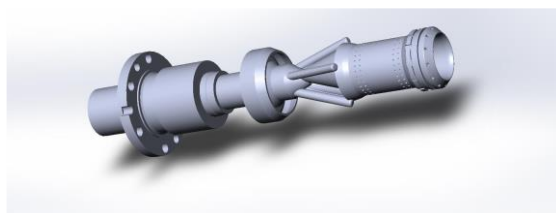


Рисунок 2 – Модель горелочного устройства – а; схема подачи топлива в топливные каналы горелки: 3 топливных каналов:

1 – диффузионный (пилотный); 2 – центральный; 3 – премикс

Горелочное устройство типичное для малоэмиссионной организации сжигания топлива. Работает по принципу сжигания хорошо перемешанной топливовоздушной смеси (ТВС). Стабилизация пламени происходит на крутке потока, создаваемого

тангенциальным завихрителем зоны предварительного смешения (ЗПС). Таким образом воздух поступает в зону предсмешения через тангенциальный завихритель и через отверстия в цилиндрической части ЗПС. Горелка имеет

три топливных подвода: центральный, диффузионный и премикс. Топливовоздушная смесь формируется при подаче топлива в центральный и премикс каналы. Топливо премикс поступает через трубки, расположенные перед лопатками завихрителя, смешивается с воздухом и на вход в объем горения поступает уже хорошо перемешанная топливная смесь. За счет топлива центрального канала регулируется радиальная эпюра концентрации в сечении на выходе из горелки, что позволяет регулировать по нагрузки эмиссии и устойчивость процесса горения. Топливо диффузионной горелки поступает не перемешанным непосредственно в объем горения и служит для розжига и работе на низких нагрузках ГТУ.

Наиболее уязвимой частью горелки, как показал опыт эксплуатации данных ГТУ,

является ее торцевая поверхность, поскольку она находится непосредственно в зоне горения. Топливо из отверстий, расположенных на торце, поступает в объем горения а, с увеличением нагрузки ГТУ его доля снижается в пользу премикс (для уменьшения эмиссий NOx). Фронт пламени приближается к торцевой поверхности и, при низких расходах топлива через отверстия, топливная струя начинает размываться, коэффициент избытка воздуха в ней из очень богатого – не горючего (менее 0,6) приближается к 1. Топливо начинает гореть на струе с максимально высокими температурами горения, что приводит к выгоранию как металла отверстий, так и самого торца.

Фотографии дефектов, возникающих на горелках показаны на рисунке 3 а и б.

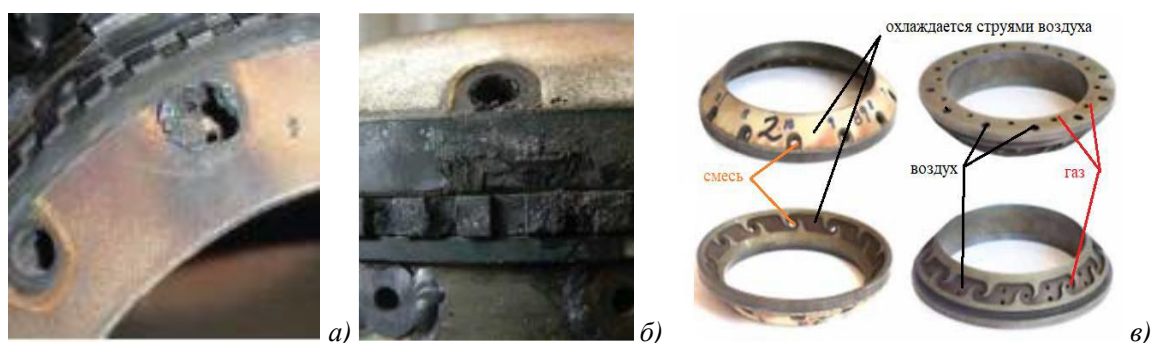


Рисунок 3 – Коррозия отверстия – а; нагар – б; модернизированный торец горелки-в

Для улучшения температурного состояния торцевой поверхности горелки, ухудшения условий для образования нагара, улучшения эмиссионных характеристик в модернизированных горелках реализована конструкция двойной торцевой стенки, которая позволяет части воздуха омывать наружную стенку горелки, а также обеспечивает частичное смешения струи топлива и воздуха, таким образом, что топливо оказывается в воздушном кольце при поступлении в зону горения (см. рис. 3в). Процесс модернизации горелок и влияния изменений на процессы горения и температурное состояние металла торца горелки подробно описывается одним из авторов-разработчиков конструкции Lörstad D. [3].

Ремонт, а вернее восстановление горелок, который регламентирует фирма производитель Siemens, заключается в замене части тела горелки, как показано на рисунке 4. Возможны два способа: традиционный и

инновационный. Традиционный подразумевает удаление изношенной части горелки, включая как торцевую часть, так и часть с зоной предварительного смешения. Инновационный заключается в наращивание только торцевой части горелки путем применения аддитивных технологий. Таким образом, оба способа заключаются в замене, отработавшей свой ресурс (25 000-30 000 ЭЧ) части горелки, подверженной воздействию высоких температур.

Можно констатировать, что опыт эксплуатации горелок с восстановлением торцевых поверхностей горелок каким-либо другим способом на сегодняшний день отсутствует, поскольку ранее не применялся. Однако, в современных условиях экономики и импортозамещения (при отсутствии поставок), скорее всего энергетические компании в РФ будут вынуждены заняться этим вопросом. На сегодняшний день, ценными являются любые пилотные проекты и наработки в этом направлении.



Рисунок 4 – Способы восстановления горелок зарубежными сервисными компаниями производителя

В условиях плановых ремонтов и ограниченных сроков их проведения, необходимо разработать методику восстановления горелок без замены ее части, что позволило бы продлить срок эксплуатации до момента налаживания либо поставок, либо производства. Если провести историю работы импортных ГТУ, эксплуатирующихся в РФ, то станет очевидным, что узлы горячего тракта никогда не ремонтировались на месте, а вывозились из страны и после их замены доставлялись на станции фирмой производителем или ее сервисной компанией. Все технологии держались в строжайшей тайне.

Многочисленные наши наработки в области сервисных работ ГТУ позволяют сделать следующие выводы: наиболее сильно подвержен износу торец горелки и отверстия подачи диффузионного топлива. В ограниченные сроки ремонта возможно выполнить снятие старого теплозащитного покрытия (ТЗП), произвести неразрушающий контроль поверхности, провести ремонт отверстий и трещин, обнаруженных на торце и осуществить нанесение нового ТЗП.

Для осуществления данных восстановительных работ требуется исследовать состав материала горелки, подобрать отечественный аналог для выполнения ремонта трещин и восстановления отверстий подачи топлива.

Для нанесения надежного и долговечного покрытия необходимо изучить состав и толщину оригинального покрытия, подобрать отечественные аналоги. Определить рабочие температуры как основного материала, так и материалов ТЗП. На основании проведенных исследований должно быть сформулировано техническое задание (ТЗ) на выполнение ремонта и нанесения нового теплозащитного покрытия.

Коллектив специалистов объединенных в рамках компании ООО «ЭНПРОС» выполнила исследования по составу оригинальных материалов основного металла, подложки и керамики ТЗП, а также подобрала наиболее близкие отечественные аналоги и провела испытания различных образцов ТЗП на термоциклику. В статье [4] были изложены основные технологии и методики исследований.

Для оценки температурных условий работы горелки специалистами ООО «ЭНПРОС» были изучены статьи зарубежных авторов и разработчиков данной камеры сгорания [5, 6].

На рисунке 5а представлена малоэмиссионная камера сгорания SGT-800. Расчетное распределение температуры металла стенок камеры сгорания показано на рисунке 5б.

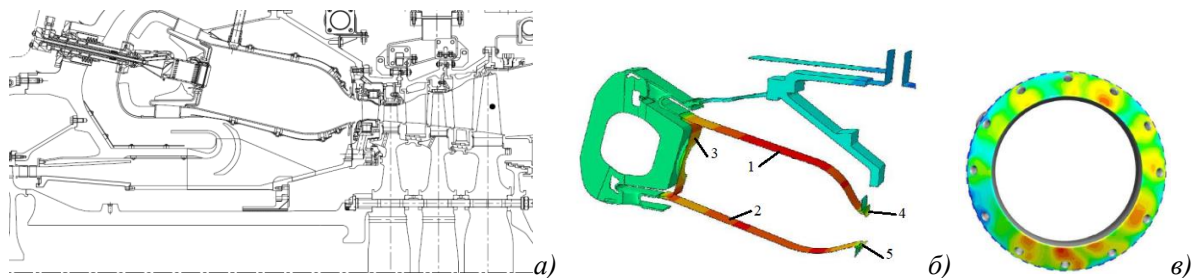


Рисунок 5 – Схема камеры сгорания ГТУ SGT-800. Продольный разрез – а; Расчетное (CFD) распределение температуры металлов стенок КС – б; Расчетное (CFD) распределение температуры металла торцевой поверхности горелки – в
1 – наружная стенка ЖТ; 2 – внутренняя стенка ЖТ; 3 – торцевая стенка ЖТ; 4 – защитные пластины внешнего обода; 5 – защитные пластины внутреннего обода

В [2] авторы приводят значения термометрирования наружной стенки жаровой трубы, осуществленное при работе ГТУ на

номинальной нагрузке. Эти данные представлены на рисунке 6.

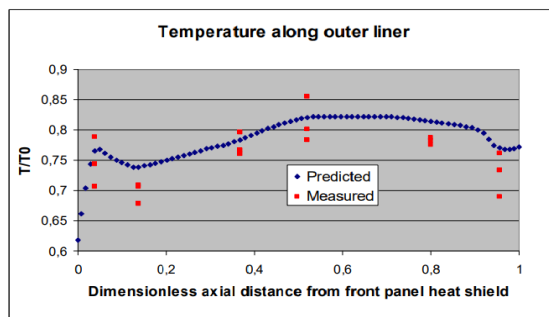


Рисунок 6 – Измеренная и прогнозируемая (CFD) температуры наружной стенки ЖТ, где ось x проходит вдоль оси КС, а ось y показывает безразмерную температуру

Здесь T_0 – это максимально допустимая рабочая температура стенки. Видно, что даже при работе на максимальной нагрузке, замеренная максимальная температура стенки существенно ниже, чем максимально допустимая. При максимальной допустимой температуре стенки в 900 С, замеренная температура металла стенки варьируется от 576 до 765 С.

Проведя сопоставления между результатами CFD расчета и замеренными температурами, можно сделать вывод, что максимальная температура по торцевой поверхности горелки не превышает 700 С.

Термозащитное покрытие торцевой поверхности снижает рабочую температуру поверхности горелки на ~120-150 С. Таким образом, максимальная температура металла торцевой поверхности горелки без ТЗП может достигать 820-850 С, а стенок жаровой трубы 885-915 С, что, судя по рисунку 6 является все

еще допустимой максимальной рабочей температурой металла, обеспечивающей заданный ресурс работы в 30 000 ЭЧ.

На основании полученной информации и анализе данных ведущими специалистами компании ООО «ЭНПРОС» было разработано ТЗ на восстановительный ремонт горелок ГТУ SGT-800, как новых, так и модернизированных, включая нанесение термозащитных покрытий. Этапы ремонта продемонстрированы на рисунке 7.

При выполнении восстановительного ремонта отверстий важным было определить толщину стенки и направление топливных отверстий в теле горелки для осуществления сверления в топливный диффузионный коллектор. Данная работа потребовала выполнения томографии торца горелки и позволила точно позиционировать оборудование для выполнения работы.

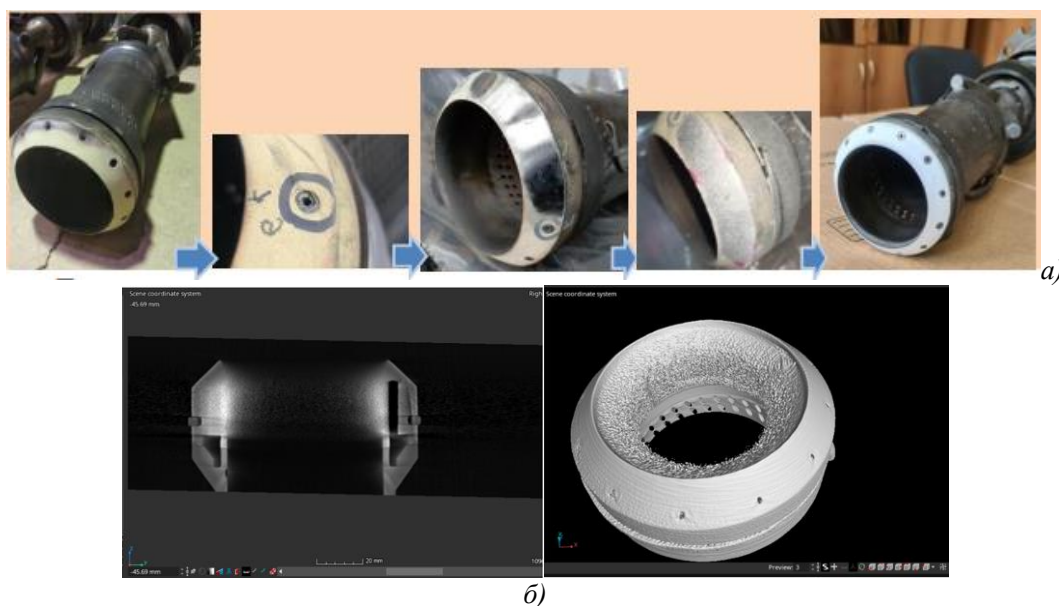


Рисунок 7 – Фото этапов выполнения восстановительных работ выполненных ООО «ЭНПРОС» -а; томография торца горелки – б

Здесь, на рисунке 7а (слева на право) показаны фотографии: состояния торца горелки после наработки ~ 24 000 ЭЧ; состояние топливного отверстия – выгорание; торец горелки с выполненным ремонтом отверстия и трещин – наплавка, полировка; проведение НК проникающими веществами по обнаружению трещин после ремонта; торец горелки после восстановления и нанесения ТЗП). На рисунке 7б (слева на право) показаны: внутренняя полость торца горелки – виден топливный коллектор внутри и места положения топливных отверстий; состояние металла внутренней стенки топливного коллектора – видна начавшаяся деградация материала стенки внутри коллектора.

Выполнение данной работы было бы невозможно без взаимодействия большого количества научно-исследовательских коллективов, работающих по направлениям свойств материалов, прочности, теплофизики, горения, моделирования, покрытий и пр. Благодаря их слаженной работе и прекрасным организаторским способностям нашего ведущего ученого Васильева В.Д. компания ООО «ЭНПРОС» справилась с поставленной задачей по восстановлению горелок. Особенно хотелось бы отметить работы по нанесению ТЗП коллективом ФГБУН Института теоретической и прикладной механики им. С.А.Христиановича сибирского отделения российской академии наук (ИТПМ СО РАН) под руководством Гуляева И.П. Коллектив обладает уникальными знаниями и опытом в области защитных покрытий, является разработчиком собственного оборудования и методик нанесения покрытий. Готов к

выполнению нестандартных задач и разработке новых методов и технологий, что является наиболее востребованным и актуальным в сложившихся санкционных условиях в РФ.

Время и опыт эксплуатации непременно выявит как достоинства, так и недостатки предложенного специалистами компании ООО «ЭНПРОС» способа их восстановления, о чем мы непременно сделаем сообщение.

Еще раз подчеркиваем, что данный ремонт имеет существенные ограничения по сравнению с регламентируемым компанией производителем, предполагающим полную замену части горелки. С ростом наработки металл торцевой стенки подвергается воздействию высоких температур, возрастают температурные градиенты на поверхности по мере выработки ТЗП, что постепенно приводит к деградации материалов, изменениям в микроструктуре металла и, как следствие, снижению ресурса.

Разработанная компанией ООО «ЭНПРОС» методика и техническое задание на восстановительный ремонт горелок должны послужить промежуточным решением в проблеме освоения собственного производства как узлов, так и в целом ГТУ. На конференции (совещании главных энергетиков, проходившей 26 апреля в Москве) была отмечена деятельность специалистов объединенных под эгидой ООО «ЭНПРОС» как высокопрофессиональная и полезная.

В настоящее время нами проводятся исследования по возможности локализации горелок (части горелок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Siemens «Общая информация по техническому обслуживанию. Программа обслуживания с увеличенным интервалом между инспекциями SGT-800», стандартный документ для заказчика
2. Daniel Lörstad, Annika Lindholm, Jan Pettersson, Mats Björkman and Ingvar Hultmark «SIEMENS SGT-800 INDUSTRIAL GAS TURBINE ENHANCED TO 50MW: COMBUSTOR DESIGN MODIFICATIONS, VALIDATION AND OPERATION EXPERIENCE», Proceedings of ASME Turbo Expo 2013: Turbine Technical Conference and Exposition GT2013 June 3-7, 2013, San Antonio, Texas, USA
3. Олов Андрессон, Хакан Бродин, Андреас Грайчен, Владимир Навроцкий «Аддитивное наращивание при ремонте горелок камер сгорания ГТУ», Турбины и Дизели /май-июнь 2017, www.turbine-diesel.ru(20.06.2023)
4. Гутник М.М., Пантелеев Д.В., Васильев В.Д., Булысова Л.А. «Проблемы и возможности в использовании отечественных материалов для теплозащитных покрытий элементов горячего тракта энергетических газовых турбин», Нанотехнологии: наука и производство, №3, 2023 г., стр 27-32
5. Lörstad, D., Pettersson, J. and Lindholm, A.; “Emission reduction and cooling improvements due to the introduction of passive acoustic damping in an existing SGT-800 combustor”, ASME GT2009-59313, 2009

6. Lörstad, D., Lindholm A., Alin, N., Fureby, C., Lantz, A., Collin, R. and Aldén, M. “Experimental and LES investigation of a SGT-800 burner in a combustion rig”. ASME GT2010- 22688, 2010

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR REPAIR OF BURNERS OF POWER GTU MADE IN FOREIGN MANUFACTURERS UNDER CONDITIONS OF LIMITED SUPPLY OF ASSEMBLY

Gutnik M.M., Vasiliev V.D., Bulysova L.A.

The experience of ENPROS LLC in organizing and carrying out maintenance work on refurbishment is presented on the example of combustor burner for gas turbines of the SGT-800 type manufactured by Siemens, which are widely used in the Russian Federation.

The stages of work necessary for the formation of the terms of reference for intermediate repairs are shown, which include the study of: technical documentation of the GTU; foreign sources (materials of articles, conferences) on the research topic; the composition of the starting materials, both the combustor burners themselves and the heat-shielding coatings on them, the selection of the most similar in composition and properties of domestic analogues, as well as tomography of the combustor burner.

The expediency and advantages of cooperation of various domestic scientific and technical departments, which contribute to the effective implementation of medium repairs, are shown.

Keywords: *power gas turbines, burners, combustion chambers, refurbishment, combustion, heat-shielding coatings, metallography, thermal cycling, testing, analysis, service.*

*Гутник Михаил Михайлович,
Васильев Василий Дмитриевич,
Булысова Людмила Александровна, 2023*

УДК: 631.152

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ УНПО «МУММОВСКОЕ»)

Демакина Ирина Игоревна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Фисенко Борис Викторович

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Моршнев Александр Юрьевич

Аспирант, ассистент кафедры «Цифровое управление процессами в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Основной задачей мониторинга является развитие специального ряда действий, позволяющие повысить эффективность методов разработки планов и прогнозов и определить перспективы ближайшего, а также отдаленного будущего использования земельных ресурсов. Для обеспечения функционирования мониторинга внедряются новые средства и технологии, системы наблюдений, сбора и обработки информации на основе данных дистанционного зондирования Земли, как наиболее объективного и оперативного в применении метода, что позволяет одновременно вести наблюдение за использованием земель.

Ключевые слова: цифровое сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, геоинформационные системы, мониторинг, цифровая экономика, оценка, прогноз, управление земельными ресурсами, гумус.

В настоящее время основным способом повышения качества и эффективности землеустройства стала его автоматизация на основе компьютерных технологий. Современные технологии и соответствующее программное и аппаратное обеспечение позволяют обрабатывать большие объёмы информации, повысить её точность, наглядность и достоверность, получать наиболее эффективные проектные решения, изготавливать качественную землеустроительную документацию. Среди компьютерных технологий в землеустройстве центральное место занимают геоинформационные системы (ГИС).

Сфера применения ГИС-технологий – это управление земельными ресурсами, земельные кадастры; проектирование, инженерные изыскания и планирование в градостроительстве; тематическое картографирование; инвентаризация и учет объектов; морская картография и навигация; анализ рельефа местности; навигация наземного транспорта; управление воздушным движением; геология; мониторинг окружающей среды; управление

природоохранными мероприятиями; управление природными ресурсами [1].

Применение ГИС-технологий для мониторинга земель позволяет создавать карты непосредственно в цифровом виде по координатам, полученным в результате измерений на местности или при обработке материалов дистанционного зондирования.

ГИС является эффективным средством для изучения интегральных эффектов антропогенного воздействия на окружающую среду, поскольку она аккумулирует и обрабатывает данные за длительный период времени для крупных географических регионов.

Появление в последние годы массового интереса к построению ГИС требует выработки принципов оценки создаваемых информационных систем, их классификации, определения потенциальных возможностей. В определенной мере это возможно при выработке требований к идеальной ГИС [2]:

1) Использование спутниковых изображений для мониторинга изменений на земельных участках.

2) Регулярная инвентаризация земельных участков для выявления

нарушений правил использования земли.

3) Анализ данных среды и климата для определения возможных угроз экосистеме и здоровью человека.

4) Разработка и внедрение стратегий управления земельными ресурсами, направленных на сохранение и улучшение состояния окружающей среды и здоровья граждан.

Особую значимость для целей мониторинга земель и пространственного отображения негативных процессов и явлений имеет картографическая информация. Если

фиксация изменений состояния земель во времени достигается за счет периодичности наблюдений (неодинаковой, в зависимости от степени динамичности показателей), то локализация территорий развития различных процессов и явлений, изучение характера их пространственной смены и определение площадей их распространения достигается путем использования топографических и специальных тематических карт, работы по составлению которых являются необходимым звеном технологического процесса мониторинга земель.



Рисунок 1 – Территориальное расположение УНПО «Муммовское»

На примере нового экспериментального хозяйства университета – УНПО «Муммовское» можно также разработать геоинформационные технологии управления

земельными ресурсами, вести мониторинг за негативными процессами, проводить проектную деятельность по организации территории.



Рисунок 2 – Расположение севооборотов на территории УНПО

Закключение. По результатам проведенных исследований можно утверждать, что Саратовская область имеет средний показатель внедрения цифровых подходов в сельское хозяйство. В настоящее время ведется активное внедрение ГИС-технологий в управление АПК Саратовской области для проведения мониторинга

сельскохозяйственных угодий, проводятся работы по созданию и усовершенствованию экспертных баз данных агропромышленного комплекса Саратовской области, организуются различные агропромышленный форумы, направленные на решение задач в сфере сельского хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремина О.А. Геоинформационная система управления земельными ресурсами УНПО «Муммовское» / Еремина О.А., Демакина И.И./ Сборник VII Международной научно-практической конференции ПРАВОВЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ. – Саратов. – с.14-18.
2. Демакина И.И. Агрогеоаналитика в условиях глобального изменения климата (на примере Саратовской области) / Демакина И.И., Фисенко Б.В., Еремина О.А./ Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов. – с.687-689.
3. Методы дистанционного зондирования в точном земледелии на орошаемых землях Поволжья / В. В. Корсак, Б. В. Фисенко, М. Ю. Филиппова [и др.] // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2021. – С. 31-35. – EDN BOWVZB.
4. Демакина, И. И. Технология дистанционного мониторинга орошаемых земель УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов агрономического факультета ФГБОУ ВО Вавиловский университет по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2021 год : Сборник статей конференции , Саратов, 28 февраля – 04 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 15-19. – EDN DYUDYJ.

USING GIS TECHNOLOGIES WHEN CONDUCTING LAND MONITORING (ON THE EXAMPLE OF UNPO "MUMMOVSKOE")

**Demakina I.I., Fisenko B.V.,
Morshnev A.Yu.**

The main task of monitoring is the development of a special series of actions that make it possible to increase the effectiveness of methods for developing plans and forecasts and determine the prospects for the near and distant future use of land resources. To ensure the functioning of monitoring, new tools and technologies are being introduced, observation systems, information collection and processing based on remote sensing data, as the most objective and operational method in the application, which allows simultaneous monitoring of land use.

Keywords: digital agriculture, agro-industrial complex, geoinformation systems, monitoring, digital economy, assessment, forecast, land management, humus.

**Демакина Ирина Игоревна,
Фисенко Борис Викторович,
Моршнев Александр Юрьевич, 2023**

УДК: 352.075

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ДУХОВНИЦКОГО МР САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Демакина Ирина Игоревна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Фисенко Борис Викторович

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Моршнев Александр Юрьевич

Аспирант, ассистент кафедры «Цифровое управление процессами в АПК», ФГБОУ ВО Вавиловский университет

В статье рассматриваются возможности совершенствования практики государственного земельного надзора с помощью геоинформационных технологий. В настоящее время ГИС-технологии используются не в полной мере. Причинами этого являются недостаточное техническое и кадровое обеспечение, нерегулируемый обмен информационными данными между государственными структурами. Использование геоинформационных систем способствует росту эффективности государственной и муниципальной земельно-надзорной деятельности.

Ключевые слова: *геоинформационные системы, дистанционное зондирование, муниципальный контроль, мониторинг, земельные угодья, плодородие, спутник, индекс NDVI, инспектор, внеплановая проверка.*

Развитие современного общества невозможно без использования информационных технологий, поскольку человеку, чтобы принять решение в любой сфере деятельности, необходимы актуальные сведения о состоянии окружающей среды, об экономической ситуации, о состоянии экологии и т. д. Для разрешения проблем в области государственного и муниципального управления уже достаточно долго и широко применяются геоинформационные системы.

Внедрение геоинформационных систем в деятельность муниципального управления в значительной степени вызывает интерес мировой общественности. В последние несколько лет проекты реализуются и органами местной власти, но до этого времени геоинформационные технологии использовались в основном органами государственного управления. Способствуют этому изменения в законодательстве, которые значительно меняют экономическую основу регионального управления. Ведь муниципалитеты обладают большими возможностями, однако, одновременно, на них возлагается серьезная ответственность за

управление землей и недвижимым имуществом, обслуживание инфраструктуры, сохранение благоприятной экологической обстановки и обеспечение безопасности населения.

Целью работы – анализ применения геоинформационных систем в сфере муниципального надзора за использованием земель сельскохозяйственного назначения в Духовницком МР Саратовской области.

В физико-географическом отношении территория исследования расположена в северо-западной части Саратовского Заволжья.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к поверхности третьей (хазарской) надпойменной террасы реки Волги.

Рельеф равнинный, абсолютные отметки поверхности земли на исследуемом участке колеблются от 46.88 до 50.97 м. Схема расположения Духовницкого района представлена на рисунке 1.

Духовницкий район имеет резко-континентальный климат. Рельеф района – равнинный, широколиственный с большим

количеством понижений, занятых березово-осиновыми колками. Общая залесенность недостаточная. Почвенный покров представлен черноземами южным и обыкновенным.

Сравнительно благоприятные природно-климатические условия, достаточность трудовых ресурсов способствуют здесь развитию различных отраслей сельского хозяйства [1].



Рисунок 1 – Расположение Духовницкого района Саратовской области

На 01.01.2020 года площадь земель Духовницкого района составила 197771 га земель. В структуре земельного фонда района наибольшая доля принадлежит землям сельскохозяйственного назначения – 159641 га или 80.72% от общей площади земель района, вторая по площади категория – земли водного фонда – 15.25%, затем следуют земли населенных пунктов, которые занимают 4233 га или 2.14% от общей площади земель района, земли лесного фонда составляют 3216 га или 1.63%, земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, обороны и иного специального назначения занимают 516 га или 0.26% от общей площади земель района.

Следует учитывать, что информацию, полученную в результате земельного мониторинга, можно условно подразделить на общую и оперативную. Если общая информация необходима для планового учета количества и качества земель, то оперативная позволяет обнаружить негативные явления и правонарушения, требующие немедленного вмешательства со стороны органов надзора для их устранения. В сфере земельного надзора, как уже было сказано выше, очень важным является этап планирования инспекторских проверок, для чего и был разработан риск-ориентированный подход. Именно на этом этапе своевременное использование геоинформационных систем

(ГИС) позволяет получить актуальную и оперативную информацию о необходимости инспекторской проверки объекта риска. Так, например, имея детально расшифрованные материалы ДЗЗ, инспектор может обнаружить самовольное занятие участка или его незаконное использование, не выходя из кабинета (Рисунок 2).

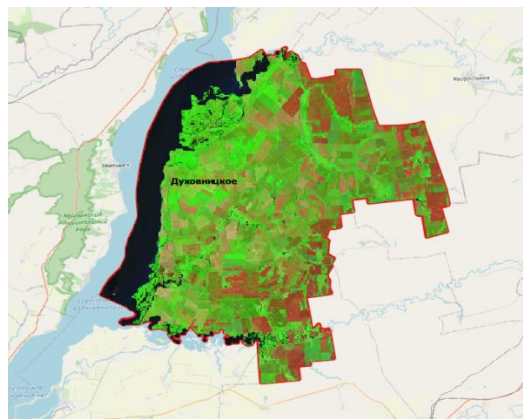


Рисунок 2 – Распределение индекса NDVI на территории Духовницкого МР Саратовской области

Существует еще одно преимущество дистанционного обследования – это уточнение границ земельных участков с помощью методов дистанционного зондирования. Это особенно необходимо для участков неправильной формы с множеством углов, когда в натуре требуется использование геодезических приборов и работа 2-х и более инспекторов и, соответственно, значительные затраты времени на измерение и расчеты. Дистанционное зондирование позволяет с нужной точностью вычислять площади сложных участков, измерять расстояния. Такие действия позволяют при административном обследовании участков выявлять признаки неправомерного занятия земли, ошибки межевания, решать земельные споры и т.д. Это особенно выгодно, когда необходимо проверить сразу большое количество участков (садовые некоммерческие товарищества, жилые кварталы и придомовые территории) или невозможно определить собственника участка.

Подведем итог и выделим ряд следующих положительных факторов, связанных с внедрением ГИС-технологий в практику земельного надзора:

1) надежная информация для составления плана проверок с применением риск-ориентированного подхода;

2) оперативная информация для проведения внеплановых проверок, выявления правонарушений и их своевременного устранения;

3) актуальная информация для дистанционного административного

обследования земельных участков, отнесенных к среднему и умеренному риску;

4) наглядная информация для уточнения данных о границах участков, их площади, расположенных на них объектах недвижимости с целью установления правомерности землепользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумакова, П. А. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в Романовском муниципальном районе Саратовской области с применением ГИС-технологий / П. А. Чумакова, И. И. Демакина // Конференция по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов агрономического факультета ФГБОУ ВО Вавиловский университет за 2021 год : Сборник статей конференции, Саратов, 28 марта – 01 апреля 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 116-120. – EDN VHGGQQ.

2. Демакина, И. И. Технология дистанционного мониторинга орошаемых земель УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов агрономического факультета ФГБОУ ВО Вавиловский университет по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2021 год : Сборник статей конференции, Саратов, 28 февраля – 04 марта 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 15-19. – EDN DYUDYJ.

3. Методы дистанционного зондирования в точном земледелии на орошаемых землях Поволжья / В. В. Корсак, Б. В. Фисенко, М. Ю. Филиппова [и др.] // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2021. – С. 31-35. – EDN BOWVZB.

THE USE OF GIS IN MUNICIPAL CONTROL ON THE EXAMPLE OF THE ROMANOVSKY MR SARATOV REGION

Demakina I.I., Fisenko B.V., Morshnev A.Yu.

The article discusses the possibilities of improving the practice of state land supervision with the help of geoinformation technologies. Currently, GIS technologies are not fully used. The reasons for this are insufficient technical and personnel support, unregulated exchange of information data between government agencies. The use of geoinformation systems contributes to the increase in the efficiency of state and municipal land surveillance activities.

Keywords: geoinformation systems, remote sensing, municipal control, monitoring, land, fertility, satellite, NDVI index, inspector, unscheduled inspection.

*Демакина Ирина Игоревна,
Фисенко Борис Викторович,
Моршнев Александр Юрьевич, 2023*

УДК 616-092.19

СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ ДЛЯ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ

Плюхин Алексей Михайлович

Студент,

ФГАОУ ВО «Балтийский Федеральный Университет им И. Канта»

Тиунов Виталий Сергеевич

Студент,

ФГАОУ ВО «Балтийский Федеральный Университет им И. Канта»

Исайчева Алена Валерьевна

Студент,

ФГАОУ ВО «Балтийский Федеральный Университет им И. Канта»

Монид Елена Викторовна

Студент,

ФГАОУ ВО «Балтийский Федеральный Университет им И. Канта»

В современном цифровом мире, разработка и успешное функционирование приложений становятся все более важными задачами для компаний и предпринимателей. Создание стратегии функционирования приложения является ключевым шагом в этом процессе. Эта стратегия определяет основные принципы и шаблоны работы приложения, целевую аудиторию, функциональность и потенциальные пути монетизации. В данном введении мы рассмотрим важность и преимущества разработки такой стратегии, а также ключевые факторы, которые следует учесть при ее создании.

Ключевые слова: стратегия, функционирование, приложение, разработка, компания, предприниматель, целевая аудитория, функциональность, монетизация.

На изображении показана диаграмма блоков, иллюстрирующая основной алгоритм функционирования приложения

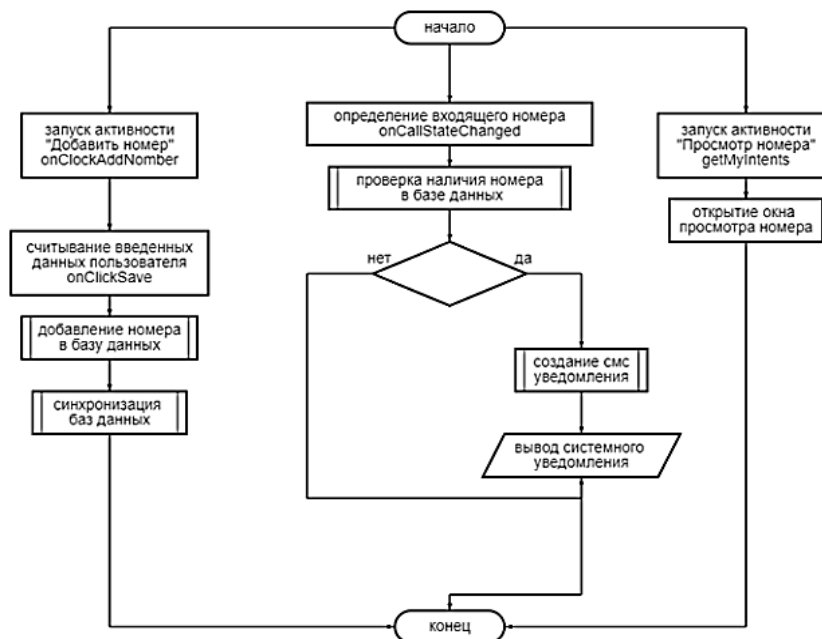


Рисунок 1 – Блок-схема работы приложения

Для обеспечения защиты от нежелательных звонков, первоочередной задачей является получение номера абонента для последующего анализа. Это достигается путем перехвата входящих звонков пользователя и прослушивания состояния смартфона. В операционной системе Android для этого используется метод `PhoneStateListener.LISTEN_CALL_STATE`, который позволяет определить состояние

звонка. Важно отслеживать все три состояния звонка: `CALL_STATE_IDLE`, `CALL_STATE_RINGING` и `CALL_STATE_OFFHOOK`. Создается объект `TelephonyManager` для информирования пользователя о статусе работы приложения. Функция `onCallStateChange` определяет состояние звонка и получает данные о входящем номере. Затем производится поиск этого номера в базе данных приложения.

«Код функции `onCallStateChange`»:

```
@Override
public void onCallStateChanged(int state, String incomingNumber) {
    super.onCallStateChanged(state, incomingNumber);
    ProvP = incomingNumber;
    switch (state) {
        case TelephonyManager.CALL_STATE_IDLE:
            log.setText("Статус звонка: Отсутствует");
            break;
        case TelephonyManager.CALL_STATE_OFFHOOK:
            log.setText("Статус звонка: Идет разговор " + incomingNumber);
            break;
        case TelephonyManager.CALL_STATE_RINGING:
            log.setText("Статус звонка: Входящий звонок " + incomingNumber);
    }
}
```

В данной реализации используется конструкция `switch`, которая обрабатывает три возможных состояния звонка. Функция передает эти состояния в переменную, чтобы пользователь мог видеть текущее состояние звонка на экране своего мобильного устройства: нет звонка, идет разговор или поступает входящий звонок. Чтобы функция работала, необходимо использовать слушателя звонков `PhoneStateListener`, который наследуется от класса `TelephonyManager` в операционной системе

Android. Для корректной работы этой функции требуется разрешение пользователя на получение данных о входящих звонках, которое указывается в манифесте приложения. Манифест – это первый файл, который считывает операционная система Android при установке или запуске приложения.

Подсистема управления договорами, включающая согласование и оформление договоров, пакетов сопроводительных документов, а также функции редактирования и поиска.

«Код разрешения на чтение информации о звонках»:

```
<uses-permission android:name="android.permission.READ_PHONE_STATE"/>
```

Выше представлен фрагмент кода, который позволяет получить разрешение на чтение данных входящего звонка. После получения номера звонящего лица, выполняется проверка этого номера в базе данных.

Проверка наличия входящего номера начинается с создания запроса. За создание которого отвечает функция `proverka`.

«Код функция проверки номера в базе данных»:

```
public boolean proverka(String numberProverka){
    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();
    Cursor cursor = db.rawQuery("SELECT * FROM my_table where number_db=?",
        new String[]{numberProverka});
    if(cursor.getCount()>0)
        return true;
    else
        return false;
}
```



Рисунок 2 – Блок-схема подпрограммы «проверка наличия номера в базе данных»

В коде выше представлена публичная функция для проверки номера в базе данных. Для выполнения поиска мы создаем объект типа Cursor и передаем ему запрос. Если запрос успешно выполнен и количество найденных номеров превышает 1, функция возвращает значение "true", что означает

нахождение номера в базе данных. В противном случае, функция возвращает "false". При успешном выполнении функции, запускается подпрограмма для создания системных уведомлений пользователя о нежелательном звонке, которая представлена в блок-схеме ниже.



Рисунок 3 – Блок-схема подпрограммы создания смс уведомления

Для вывода уведомлений о нежелательных звонках необходимо создать отдельный канал уведомлений. Этот канал

создается с помощью функции createChannelIfNeeded, код которой представлен ниже:

«Код функции «createChannelIfNeeded»»:

```
public static void createChannelIfNeeded(NotificationManager manager){
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O){
        NotificationChannel notificationChannel = new NotificationChannel(CHENAL_ID,
CHENAL_ID,
        NotificationManager.IMPORTANCE_DEFAULT);
        manager.createNotificationChannel(notificationChannel);
    }
}
```

Эта функция проверяет версию Android и создает канал уведомлений, если он еще не существует. Канал определяется уникальным идентификатором, названием и описанием. Затем устанавливаются настройки для звука, вибрации и других параметров. Наконец, канал уведомлений регистрируется в системе для использования.

Для каждого уведомления создается отдельный канал с уникальным идентификатором. Это позволяет классифицировать уведомления по категориям и долгосрочно хранить их на устройстве

пользователя. После создания канала уведомления, необходимо создать макет уведомления, который будет отображаться пользователю. В данном мобильном приложении доступны два типа уведомлений: всплывающее системное уведомление, которое появляется при включенном экране и активных процессах устройства, и SMS-уведомление, которое отправляется владельцу устройства, если звонок был пропущен.

Пример кода макета уведомления представлен ниже:

«Код макета уведомления»:

```
Toast.makeText(getApplicationContext(),"Данный номер является не безопасным",
Toast.LENGTH_LONG).show();
Intent intent = new Intent(getApplicationContext(), MainActivity.class);
intent.addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TASK |
Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK);
PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getActivity(getApplicationContext(), 0,
intent, PendingIntent.FLAG_UPDATE_CURRENT);
NotificationCompat.Builder notificationBuilder =
    new NotificationCompat.Builder(getApplicationContext(), CHENAL_ID)
        .setAutoCancel(false)
        .setSmallIcon(R.drawable.ic_launcher_foreground)
        .setContentIntent(pendingIntent)
        .setTitle("Нежелательный номер")
        .setContentText("Данный номер "+incomingNumber+" является
небезопасным!")
        .setPriority(PRIORITY_HIGH);
createChannelIfNeeded(notificationManager);
notificationManager.notify(NOTIFY_ID, notificationBuilder.build());
}
```

Этот код создает строитель уведомления, устанавливает иконку, заголовок и текст уведомления. Затем устанавливаются дополнительные параметры для всплывающего уведомления, такие как категория, полноэкранный режим и видимость. Для SMS-уведомления также устанавливаются параметры категории, стилизованного оформления и адресата. Наконец, возвращается готовое уведомление.

После создания уведомления оно выводится на экран и добавляется в ленту SMS-уведомлений пользователя. Если номер мошенника отсутствует в базе данных, пользователь имеет возможность добавить его самостоятельно. Для этого, при нажатии на соответствующую кнопку, запускается новая активность при помощи функции onClickAddNumber. Пример кода этой функции представлен ниже:

«Код функция «onClickAddNumber»»:

```
public void onClickAddNumber(View view) {
```

```
Intent i = new Intent(MainActivity.this, AddNumberActivity.class);
startActivity(i);
}
```

В этой функции создается новый интент для запуска активности AddNumberActivity, которая отвечает за добавление номера мошенника. Затем интент передается методу startActivity для запуска новой активности. Пользователь будет перенаправлен на экран, где сможет добавить номер мошенника в базу данных приложения.

После запуска активности AddNumberActivity перед пользователем отображаются поля, которые он может заполнить. При сохранении данных, значения из этих полей считываются с помощью функции onClickSave. Пример кода данной функции представлен ниже:

«Код функция «onClickSave»»:

```
public void onClickSave(View view) {
    String id = mDataBase.getKey();
    String number = editNomber.getText().toString();
    if (opisanie == null){ opisanie = editOpisanie.getText().toString();}
    Number newNumber = new Number(id, number, opisanie);
    numberProv = editNomber.getText().toString();
}
```

В этой функции считываются значения из полей ввода (например, имя и номер злоумышленника). Затем производится проверка, что поля не являются пустыми. Если поля заполнены, создается объект DatabaseHelper для добавления номера в базу данных. Далее выводится сообщение об успешном добавлении и активность закрывается, возвращая пользователя на предыдущий экран. В случае, если поля не заполнены, выводится сообщение об ошибке.

Когда пользователь нажимает на кнопку "Сохранить", информация, введенная им, преобразуется в строковый тип данных. Это необходимо, потому что при получении входящего звонка мы получаем данные в виде строк и именно такой тип данных используется для хранения информации в базах данных. Затем происходит считывание информации из полей ввода, и эта информация добавляется в базу данных. Описание блок-схемы этой подпрограммы представлено на рисунке.

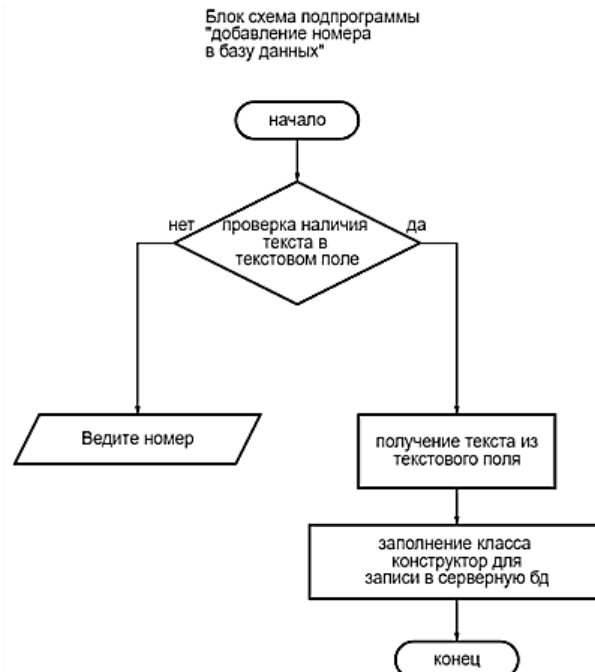


Рисунок 4 – Блок-схема подпрограммы «добавление номера в базу данных»

В начале программы выполняется проверка наличия номера, который был введен владельцем смартфона. Это делается с помощью соответствующего кода. Программа проверяет, что введенный номер существует и не является пустым значением. Если номер

присутствует и не является пустым, то выполняются определенные действия в программе. Если же номер отсутствует или является пустым, то возможно выполняется другая логика или выводится сообщение об ошибке.

«Код проверки наличия номера в текстовом поле»:

```
if (!TextUtils.isEmpty(number)) {  
    mDataBase.push().setValue(newNumber);  
    Toast.makeText(this, "ок", Toast.LENGTH_SHORT).show();  
} else {  
    Toast.makeText(this, "Пустое поле 'Номер телефона'",  
        Toast.LENGTH_SHORT).show();  
}
```

Если поле "Номер телефона" оказывается пустым, приложение выводит пользователю сообщение "Пустое поле 'Номер телефона'". Это делается для предотвращения сохранения пустых строк в базе данных и избежания переполнения базы данных из-за ошибок пользователя. После этого происходит синхронизация баз данных. Метод

синхронизации будет описан позднее. В этом Android-приложении есть функция "getMyIntents", которая позволяет просматривать ранее добавленные вами или другими пользователями номера. Это реализуется с помощью соответствующего кода, который приведен ниже.

«Код функции «getMyIntents»»:

```
private void getMyIntents() {  
    Intent i = getIntent();  
    if (i != null) {  
        ListItem item = (ListItem) i.getSerializableExtra(MyConstants.LIST_ITEM_INTENT);  
        isAddState = i.getBooleanExtra(MyConstants.EDIT_STATE, true);  
        if (!isAddState) {  
            editNomber2.setText(item.getNumber());  
            editOpisanie2.setText(item.getOpisanie());  
        }  
    }  
}
```

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печникова Т.В., Печникова А.В. Практика работы с документами в организации: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЭМОС, 1999. – 208с. (дата обращения 21.05.2023)
2. Ларин М.В. Управление документацией и новые информационные технологии. -- М.: Научная книга, 1998 – 137 с. (дата обращения 21.05.2023)
3. Данилов Ю.М. Защита и обработка конфиденциальных документов. (дата обращения 21.05.2023)

DEVELOPING AN ACTION PLAN FOR APPLICATION WORK

Pliukhin A.M., Tiunov V.S., Isaicheva A.V., Monid E.V.

In the modern digital world, the development and successful operation of applications are becoming increasingly important tasks for companies and entrepreneurs. Creating an application functioning strategy is a key step in this process. This strategy defines the fundamental principles and patterns of the application's operation, target audience, functionality, and potential monetization avenues. In this introduction, we will explore the importance and benefits of developing such a strategy, as well as the key factors to consider when creating it.

Keywords: strategy, functioning, application, development, company, entrepreneur, target audience, functionality, monetization.

*Плюхин Алексей Михайлович,
Тиунов Виталий Сергеевич,
Исайчева Алена Валерьевна,
Монид Елена Викторовна, 2023*

УДК 504.064:622.349.345

ОЦЕНКА МИГРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В РУДНИЧНЫХ ВОДАХ ЕРМАКОВСКОГО ФЛЮОРИТ-БЕРИЛЛИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Сандакова Дарима Митыповна

Соискатель,

Восточно-Сибирский Государственный университет, Улан-Удэ,

Республика Бурятия

Впервые в статье рассмотрены особенности формирования и химический состав новообразованных ассоциаций окисленных минералов. Дана сравнительная оценка накопления токсичных элементов в природных объектах и приведены новые данные о химическом составе рудничных вод и наледей. В составе воды проанализированы щелочноземельные, редкоземельные элементы редкие и рассеянные металлы, а также радиоактивные и благородные металлы. Химический анализ воды карьера показывает значительные превышения многих редких и рассеянных элементов по сравнению со средним содержанием для поверхностных вод. По результатам анализа определен уровень загрязнения и их особенности миграции на прилегающих территориях Ермаковского месторождения. Анализ химического состава элементов указывает на техногенный характер загрязнения в последствии эксплуатации Ермаковского месторождения.

Ключевые слова: *гипергенез, наледы, новообразования, окисление элементов, бериллий, химические элементы, фосфаты бериллия, арсенаты, флюорит, ореол рассеивания, фенакит-берtrandитовые руды, миграция.*

Введение

В зоне гипергенеза бериллиевые минералы образуют заметные скопления лишь в отдельных участках наиболее сильного гипергенного изменения и развиты преимущественно до глубины 30-40 м и обычно высаживаются фосфаты бериллия (морасит, глюцин, уралолит) и арсенаты (бearsит). Встречаются крадаллит, штаффелит, каолинит, метagalлузит, монтмориллонит, которые находятся в тесной ассоциации с криптомеланом, псиломеланом, каолинитом, алунином, гидрогетитом и они покрыты корочкой этих минералов. При наличии значительного количества сульфидов – пирита, пирротина или арсенопирита, а также флюорита, бериллий частично переходит в растворимое состояние и мигрирует, создавая ореолы рассеивания [1].

Территория Западного Забайкалья характеризуется широким развитием магматических (70-80%) и метаморфических пород, объединяемых в многочисленные разновозрастные комплексы [2]. Оруденение на месторождении представлено несколькими минеральными и генетическими типами. Среди рудоносных пород преобладают фенакит-берtrandитовые руды. Оно в основном приурочено к контакту алюмосиликатных сланцев с известняками и образует серию межпластовых тел,

объединённых в рудные зоны, сложной в целом пласто- и линзовидной формы [2,3]. Геохимическое своеобразие редкометалло-флюоритовых руд состоит в сочетании преобладающей в них ассоциации литофильных элементов: F, Be, Li, Rb, Cs, Sn, W, Ga, Tl, которая определяет геохимическую общность этих руд с Li-F гранитами [4].

Рудный район Ермаковского месторождения находится в юго-западной части рифтогенной Кижингино-Кудунской впадины, на ее приподнятом северо-западном борту. Гипергенные минералы представлены гетитом, гидрогетитом, каоленитом, ярозитом, кальцитом, серой, смитсонитом, церусситом, англезитом, ванадинитом, пиролюзитом, вульфенитом, малахитом, каламином, бернесситом, монтмориллонитом, вудрафитом, криптомеланом, скородитом и манганитом [5].

Рельеф территории района относится к Селенгинскому среднегорью. Район занимает обширное Худуно-Чесано-Кижингинское межгорное понижение и обрамлено хребтами: Цаган-Хуртэйским, Худунским и Кижингинским [6].

Кижингинский степной и лугово-болотный район занимает обширное Худуно-Кижингинское, в основном луговое межгорное понижение на приречных равнинах, сложенных супесчаными и песчаными

отложениями, развиты лугово-болотные и лугово-солонцеватые почвы. Выше степи переходят в сосновую и сосново-лиственничную лесостепь на дерновых серых лесных и дерновых лесных насыщенных почвах, а в южной части района луговая равнина сменяется борowymi песками [7].

Освоение месторождения привело к активизации экзогенных геологических процессов: овальных, осыпных и эрозионных. Интенсивные вторичные изменения пород приурочены к зонам нарушений, в приповерхностных горизонтах и вдоль тектонических нарушений. Здесь руды покрыты буроватыми налетами гидрооксидов железа, в них появляются каверны и пустотки, в которых иногда наблюдаются игольчатые сростки каламина, англезита и белые

порошковые налеты монтмориллонита и каоленита.

Целью работы было определение концентраций новообразованных минералов и определение миграции элементов.

Материалы и методы исследований

В период с 2007 по 2013 гг на территории Ермаковского месторождения были проведены экологические исследования в количестве 24 проб воды. Дополнительно в этих точках были отобраны рудничные воды в период половодья (3 апреля 2018 г). Всего 5 проб. Пробы воды из наледи №1 (проба № E-1) и наледи №2 (проба № E-2) отобраны из под отвала №2. Из р. Зун-Шибирь (проба № E-3), оз. карьера (проба № E-4), из под отвала №2 р. Зун-Шибирь (E-5) (рисунок 1).

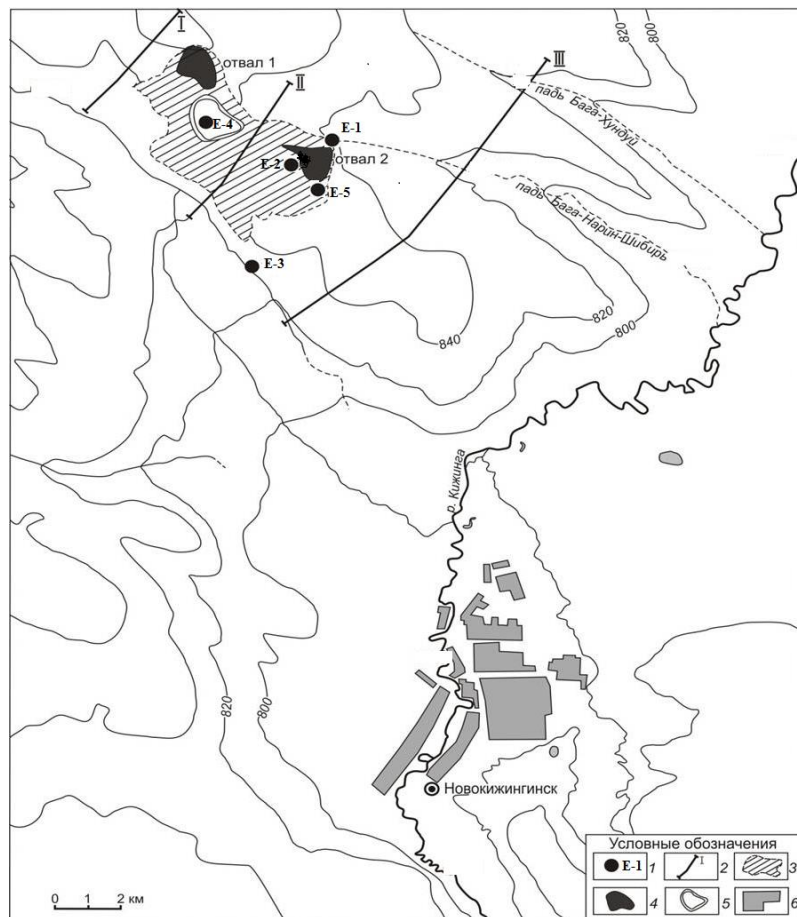


Рисунок 1 – Схема расположения рудничных вод и наледей на территории Ермаковского месторождения

В отвалах карьерного озера были найдены минеральные агрегаты (проба № E-1 и E-2) и в подножье карьера (проба № E-3). Материал представлял тонкие корки желтого и

белого цвета с поверхности окисленной руды (рисунки 2, 3, 4). Эти минералы образуются твердые и тонкие корочки толщиной 2–3 мм на поверхности пород.



Рисунок 2 – Гипергенные проявления минералов на обломках осадочных пород

Минеральный состав определялся силикатным, атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным анализом в Геологическом институте СО РАН в лаборатории ИМА. Определено 71 элемента.

Результаты и обсуждение

Новообразованные ассоциации окисленных минералов активно формируются в поверхностном слое по всей площади карьера, образуя выцветы и массивные скопления в теневых участках под глыбами вскрышных пород и руд. Эти минералы хорошо растворимы и практически полностью смываются водой дождевых потоков в озеро

карьера. Они кристаллизуются из щелочных растворов pH от 6,7 до 8,1, формирующихся в условиях глубокого выветривания осадочно-метаморфических пород: кварцево – слюдяных метасоматитов и осадочно-вулканогенных комплексов, вмещающих флюорит-бериллиевое оруденение. Эти техногенные образования состоят их следующих основных породообразующих элементов Na₂O, K₂O, CaO, MgO, FeO (III), MnO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, TiO₂, металлы Cr, V, Co, Ni, Cu, Be в виде примесей содержатся S и F (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав кристаллов, полученных из ассоциаций новообразованных минералов карьера Ермаковского месторождения

Элементы	Номер пробы		
	Е-1	Е-2	Е-3
SiO ₂ ,%	11,0	31,60	10,20
TiO ₂ ,%	0,09	0,17	<0,02
Al ₂ O ₃ ,%	2,10	5,30	<0,10
Fe ₂ O ₃ ,%	25,91	18,20	0,67
FeO,%	0,21	0,27	Не опр.
MnO,%	0,03	0,43	0,35
MgO,%	1,22	3,46	10,30
CaO,%	21,30	15,72	40,32
Na ₂ O,%	0,30	0,65	0,02
K ₂ O,%	0,21	3,91	0,07
P ₂ O ₅ ,%	<0,10	1,14	<0,10
S,%	12,53	10,73	<0,10
F,%	0,06	6,29	0,21
Fe ₂ O ₃ общ,%	26,14	18,50	0,67
Cr, мг/кг	<5	26	<5
V, мг/кг	14	52	<3
Co, мг/кг	26	9	5,6
Ni, мг/кг	83	21	3,2
Cu, мг/кг	155	32	<3
Be, мг/кг	5,1	> 25	2,3

В породах содержатся повышенные концентрации окиси железа (III), кальция и кремния по сравнению с другими элементами.

Существенно обогащены также бериллием, медью и никелем. По содержанию полученные кристаллы можно отнести к сульфидам.

Иногда при выветривании пирита появляются ярко-желтые тонкозернистые агрегаты ярозита и более редко – светло- желтые прозрачные кристаллики самородной серы. Проба Е-3 близка по составу к карбонатным породам. Высокое содержание окиси кальция 40,32% и магния 10,30%. В зоне окисления карбонаты часто окислены и пропитаны гидроксидами железа и марганца. Концентрации окиси марганца, фтора и хрома во всех пробах значительно ниже, чем в породах месторождения и резко колеблется между собой. Итак, в составе пород в основном элементы терригенного генезиса в

которых существуют тесные значимые связи элементов, а также определенные парагенетические ассоциации элементов.

Вода нейтральная, мягкая, гидрокарбонатно – сульфатно – натриевая. Соответствует геохимическому типу щелочных и околонейтральных вод, которым свойственны повышенная минерализация и насыщение относительно глинистых алюмосиликатных и карбонатных вторичных минералов (табл. 2). В этой среде обычно миграция элементов происходит по ванадию, мышьяку, селену, молибдену, германию, кремнию, серебру и урану [8].

Таблица 2 – Макросостав воды, мг/дм³

Номер пробы	Е-1	Е-2	Е-3	Е-4	Е-5
Элемент	Наледь отвала №2 (восточная сторона)	Наледь отвала № 2 (западная сторона)	р. Зун-Шибирь	Оз. карьера	р.Зун-Шибирь из под отвала №2
рН	6,7	7,2	8,1	7,83	7,05
Сух. остаток	304,00	2072,00	456,00	485,00	886,00
Общ. минер	360,35	2329,18	660,12	650,48	1077,51
Жесткость	1,60	10,50	3,00	3,40	6,45
Fe общее	2,48	2,51	0,53	<0,05	<0,05
Na	64,56	493,25	122,82	114,93	181,07
Ca	12,02	140,28	45,09	36,07	80,16
Mg	12,16	42,56	9,12	19,46	29,79
Fe (III)	2,48	2,51	0,53	<0,05	<0,05
Сумма катионов	91,22	678,60	177,56	170,46	291,02
гидрокарбонат	213,56	475,94	356,96	231,87	369,16
нитрат	2,9	4,4	2,9	14,6	1,25
нитрит	0,08	0,23	0,07	0,03	0,02
сульфат	36,30	1145,07	106,90	198,60	381,10
хлорид	8,16	12,06	7,45	7,80	10,99
фторид	0,12	0,53	0,67	0,13	0,17
Сумма анионов	261,12	1638,23	474,94	453,03	762,69
Кремневая кислота	12,81	19,77	12,19	43,18	38,08
Окисляем перманг	39,89	47,22	16,91	1,12	13,92
СО ₂ своб	18,15	30,8	8,25	0,55	15,4
СО ₂ связ	77,00	171,60	128,70	83,60	133,10
СО ₂ агрес	4,51	0	0	0	0

В таблице 3 медь, цинк, свинец, никель, хром имеют низкую концентрацию но выше по сравнению с Байкальской водой на 10-15 раз. Поступление бериллия, фтора и других тяжелых металлов в природные воды связано с выветриванием горных пород, в которых элементы присутствуют в составе бериллия, флюорита, сульфидов, слюд, и других минералов.

Интенсивное окисление обломков руды содержащихся в отвалах поступают в р.Зун-Шибирь, которые складированы в русле

выше ручья (проба Е-5). Содержание уменьшается вниз по потоку от месторождения, что и отмечалось при анализе пробы Е-3. Содержание типоморфных для руд элементов значительно изменяется Mn от 2,3 до 2400 мг/л, Fe от 74 до 620 мг/л, Cu от 5,5 до 12,2 мг/л, Zn от 8,4 до 23 мг/л, Sr от 300 до 1050 мг/л и Pb от 0,68 до 5,4 мг/л. Максимальные концентрации подвижных форм зафиксированы в зоне техногенного воздействия в пробах наледей. По другим твердым металлам происходит уменьшение

концентрации, но выше на 10 раз по сравнению с Байкальской водой. Самые большие концентрации стронция 1120 мг/л выявлены на расстоянии 6 км от карьера к

устью р. Зун-Шибирь. Активность водной миграции элементов по р. Зун-Шибирь уменьшается в ряду Sr – Fe – Mn – Zn – Cu – Pb – Ni – Cr – As – Cd.

Таблица 3 – Микроэлементный состав воды, мг/л

	ПО	Байкальская бутылированная глубинная вода	Е-1	Е-2	Е-3	Е-4	Е-5
		Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 восточная сторона	Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 западная сторона	р. Зун- Шибирь	Оз. карьера	Р.Зун- Шибирь из под отвала №2	
		BW 13	20	21	22	23	24
B	10	<10	28	21	27	47	<10
Al	0,09	1,12	33	49	21	14,2	34
Si	30	720	5600	9900	9300	13100	9300
P	10	15,8	1200	940	250	34	1110
S	2000	1780	8600	280000	48000	53000	106000
Cl	60	550	5400	10000	4300	2000	5500
Cr	0,03	0,14	0,86	2,1	0,73	0,25	0,68
Mn	0,02	0,132	121	2400	134	2,3	1880
Fe	3	28	210	580	230	74	620
Co	0,0006	0,037	1,1	2,8	0,38	0,28	1,54
Ni	0,05	0,23	3,5	4,3	1,04	0,81	1,74
Cu	0,2	1,43	10,6	12,2	6,8	5,5	10,4
Zn	0,4	1,85	23	16,5	8,4	11,9	14,3
As	0,004	0,41	1,75	1,9	0,65	0,5	1,33
Cd	0,0009	0,017	0,19	0,29	0,23	0,45	0,42
Sr	0,06	109	300	1050	1120	380	820
Sn	0,003	0,013	1,76	2,5	1,36	0,13	0,6
Hg	0,005	0,019	0,06	0,2	0,06	0,13	0,06
Pb	0,009	0,057	2,7	5,4	2	0,68	2,9
Bi	0,0004	0,0017	0,117	0,137	0,062	0,034	0,052
Min, мг/л		94	350	1 600	590	500	870

Нейтральные и слабощелочные воды преимущественно Ca – Mg – Na – K состава. Концентрации щелочных металлов достигают

Ca 270000 мг/л, Mg 110000 мг/л, Na 21000 мг/л и K 20000 мг/л (табл. 4).

Таблица 4 – Щелочные и щелочноземельные металлы, мг/л

	ПО	Байкальская бутылированная глубинная вода	Е-1	Е-2	Е-3	Е-4	Е-5
		Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 восточная сторона	Ермаковское месторождени е, наледь отвала № 2 западная сторона	р. Зун- Шибир ь	Оз.карьера	Р.Зун- Шибирь из под отвала №2	
		BW 13	20	21	22	23	24
Li	0,002	2,1	7,9	67	17,9	29	25
Na	0,4	3400	12900	21000	18300	9700	11200
K	9	920	8800	20000	4400	4800	6000
Rb	0,002	0,59	1,9	5,8	2,4	8,2	2
Cs	0,0001	0,001	0,064	0,113	0,02	0,128	0,031

Er	0,0004	<0.0004	0,029	0,028	0,007	0,0014	0,009
Mg	0,5	3000	30000	110000	42000	34000	48000
Ca	20	15700	30000	270000	77000	76000	156000
Ba	0,05	10	44	53	48	17,3	34

Максимальные содержания лантаноидов в пробе E-2 а минимальные в озере карьера. По сравнению с Байкальской

водой содержания превышают на 100 раз и выше. Самая большая разница у церия, празеодима и неодима (рисунок 3).

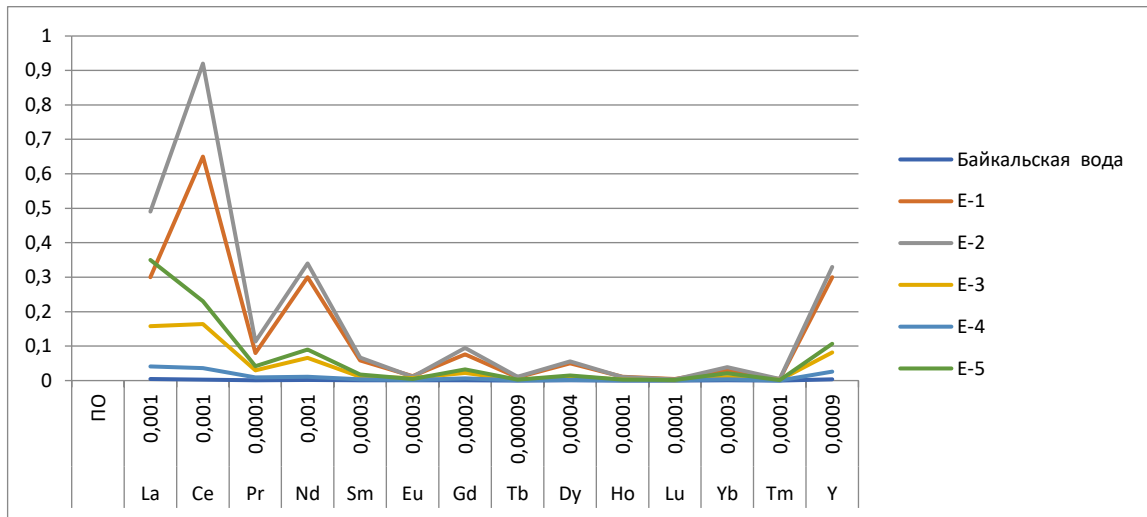


Рисунок 3 – Редкоземельные элементы, мг/л

Поверхностные рудничные воды характеризуются удельной активностью урана от 2,6 до 16,8 мг/л, превышающей в семнадцать раз (табл.5). Избыточные

концентрации урана 0,55 мг/л содержатся в Байкальской воде. Максимальные концентрации U -16,8 мг/л и Th – 0,156 мг/л определены в западной части наледи отвала.

Таблица 5 – Радиоактивные металлы, мг/л

	ПО	Байкальская бутылированная глубинная вода	Е-1	Е-2	Е-3	Е-4	Е-5
		Байкальская бутылированная глубинная вода	Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 восточная сторона	Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 западная сторона	р. Зун-Шибирь	Оз. карьера	Р. Зун-Шибирь из под отвала №2
	ПО	BW 13	20	21	22	23	24
Th	0,0002	0,0009	0,079	0,156	0,018	0,0028	0,021
U	0,0003	0,55	2,6	16,8	13,5	9,2	3,4

Химический анализ воды показывает значительные превышения многих редких и рассеянных элементов по сравнению с Байкальской водой. Например, концентрации бериллия, стронция, молибдена, галия, гафния, гелия, рения, йода превышают больше

50 раз. Титана, ниобия, вольфрама, скандия больше 10 раз. Ванадия и теллура -7,5 раз, брома 8,6 раз (табл.6). Диапазон изменения бериллия 0,014-0,066 мг/л. Максимальные значения по всему участку исследования.

Таблица 6 – Редкие и рассеянные металлы, мг/л

	ПО	Байкальская бутылированная глубинная вода	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
			Ермаковское месторождение, наледь отвала № 2 восточная сторона	Ермаковско е месторожде ние, наледь отвала № 2 западная сторона	р. Зун- Шибирь	Оз.карьер а	Р.Зун- Шибирь из под отвала №2
		BW 13	20	21	22	23	24
Be	0,0009	<0.0009	0,066	0,051	0,014	0,026	0,019
Ti	0,05	0,16	1,3	3,9	1,9	2,5	3,1
V	0,005	0,38	2,7	1,62	1,46	2,1	1,01
Zr	0,0007	0,0032	0,82	1,32	0,21	0,039	0,51
Mo	0,01	1,32	7,1	90	44	148	54
Ta	0,0002	<0.0002	0,0005	0,0016	0,0007	0,00021	0,0006
Nb	0,0005	0,0005	0,013	0,018	0,0032	0,0011	0,0074
W	0,002	0,05	0,69	1,6	0,24	1,49	0,17
Sc	0,02	0,077	0,94	0,94	0,32	1,24	0,91
Ga	0,0009	0,0011	0,039	0,109	0,011	0,005	0,077
Tl	0,0003	0,0009	0,0064	0,009	0,0026	0,02	0,0024
Hf	0,0003	<0.0003	0,012	0,018	0,0052	0,0007	0,009
Ge	0,003	0,0032	0,039	0,16	0,036	0,063	0,035
Se	0,08	0,14	0,17	13,7	2,1	6	0,47
Te	0,004	<0.004	0,007	0,03	<0.008	0,009	0,012
Re	0,0002	0,0005	0,0062	1,28	0,179	0,32	0,26
Br	0,9	7,4	21	64	40	23	60
I	0,5	1,26	10,4	76	11,6	4,9	55

Среди благородных металлов высокое содержание серебра в озере карьера 0,94 мг/л и значительно превышает Байкальскую воду. Определение сурьмы в Байкальской воде

больше на 1,7 раза (рисунок 4). Содержание осмия и иридия в пределах обнаружение. Остальные элементы превышают содержание Байкальской воды.

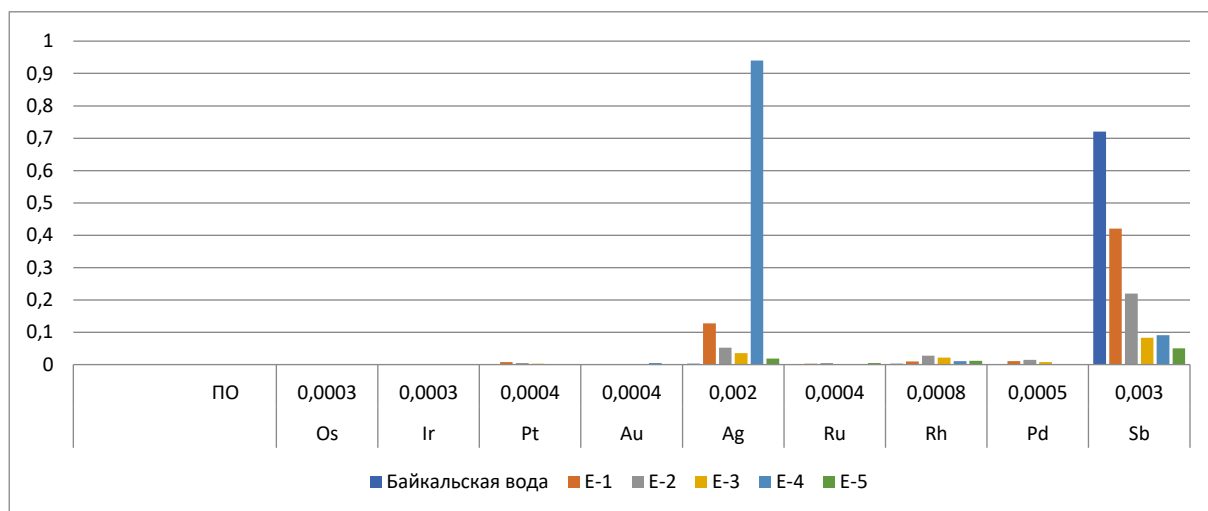


Рисунок 4 – Благородные металлы, мг/л

Выводы:

В настоящее время состояние Ермаковского месторождения представляет собой устойчивый к разрушению карьер с

содержанием сложного минерального состава пород и руд: флюорит, полевой шпат, карбонаты, кварц, слюды, и сульфидов, которые образуют различные коры

выветривания. В первую очередь подвергнуты окислению сульфиды (пирит, сфалерит, галенит, халькопирит), карбонаты из бериллиевых минералов бавенит, миларит. Негативное воздействие оказывают отвалы руды, забалансовые руды. В отвалах встречаются окисление руд марганцем, железом, эпидотом и берtrandитом. Таким образом, анализ данных гипергенных минеральных новообразований показывает, что их химический состав, включающий бериллий, хром, ванадий, кобальт, никель, медь, фтор и других элементов, является

показателем широкого спектра элементов, выносимых из зоны гипергенеза горнопромышленной техногенной системы в природные воды. Все перечисленные элементы, как широко распространенные, так и редкие имеют наиболее высокие концентрации по сравнению с Байкальской водой, которые мигрируют изменяя геохимический фон района. В исследованных водах отмечается заметное превышение изучаемых компонентов в воде наледей отвала с западной стороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гинзбург А.И. Бериллиевые минералы перспективных типов месторождений. сб. науч.трудов. -М.: "ВИМС". – 1973. 376 с.
2. Лыхин Д.А. Рудоносный магматизм Ермаковского бериллиевого месторождения в Западном Забайкалье: возраст, источники магм и соотношение с оруденением // Геология рудных месторождений. – 2001. – Т. 43, № 1. – С. 52-70.
3. Дамдинова Л.Б., Рейф Ф.Г. Особенности формирования разнотипной прожилковой бериллиевой минерализации на Ермаковском месторождении (Западное Забайкалье) // Геология и геофизика. – 2004. -Т.45. № 8. – С. 979-991.
4. Куприянова И. И., Шпанов Е.П., Гальченко В. И. Ермаковское флюорит – бериллиевое месторождение (Западное Забайкалье, России) – М.: ВИМС, 2009. – 73 с.
5. Куприянова И.И., Шпанов Е.П.Бериллиевые месторождения России. – М.: ГЕОС, 2011. – 353 с.
6. Дампилов Е-Ж. З. География Кижинги. – Кижинга, 2007. – 87 с.
7. Дмитриева Т. И. Природно-хозяйственный комплекс Кижингино – Кодунской межгорной котловины и направления совершенствования природопользования на перспективу (Западное Забайкалье): дис. ... канд. геогр. наук / Т. И. Дмитриева. – Улан-Удэ, 2007. – С. 197.
8. Барабашева Е.Е. Виды миграции химических элементов как основные факторы перераспределения вещества / Е.Е. Барабашева, Е.О. Стремечкая // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2009. – №5. – С. 10-13.

ASSESSMENT OF MIGRATION OF METALS IN THE MINE WATERS OF THE ERMAKOV FLUORITE-BERYLLIUM DEPOSIT

Sandakova D.M

For the first time in the article the features of formation and chemical composition of newly formed associations of oxidized minerals are considered. A comparative assessment of the accumulation of toxic elements in natural objects is given and new data on the chemical composition of mine waters and ice are presented. Alkaline earth, rare earth elements, rare and scattered metals, as well as radioactive and noble metals were analyzed in the composition of the water. Chemical analysis of the quarry water shows significant excess of many rare and scattered elements compared to the average content for surface waters. Based on the results of the analysis, the degree of pollution and their migration features in the adjacent territories of the Ermakovsky deposit were determined. The analysis of the chemical composition of the elements indicates the technogenic nature of pollution in the aftermath of the operation of the Ermakovsky deposit.

Keywords: hypergenesis, ice, neoplasms, oxidation of elements, beryllium, chemical elements, beryllium phosphates, arsenates, fluorite, scattering halo, phenakite-bertrandite ores, migration.

Сандакова Дарима Митыповна, 2023

УДК 537

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛНИЕОТВОДА ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Сынчиков Дмитрий Сергеевич

Студент Высшей школы энергетики нефти и газа,
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) Федеральный университет
имени Ломоносова»

В данной статье пойдет речь о выборе конструктивных параметров грозозащитного устройства на электрической подстанции 110/10 кВ, выполненном по электротехническим требованиям. Будут произведены расчеты, на основании которых будет выбрано количество молниеотводов, а также их длина и место установки.

Актуальность рассматриваемой темы крайне высока, так как молниеотвод является важным грозозащитным устройством, позволяющим избежать аварий, связанных с ударом разряда молнии.

Ключевые слова: грозозащитное устройство, стержневой молниеотвод, электротехнические требования, зона защиты, ширина зоны защиты.

Выбор конструктивных параметров молниеотвода по электротехническим требованиям заключается в подборе высоты молниеотвода, из которой будет рассчитываться его зона защиты, а также в подборе количества молниеотводов и места их расположения таким образом, чтобы суммарная зона их защиты оказалась достаточной для покрытия всей территории электрической подстанции.

В соответствии с Руководящими указаниями по защите подстанций 3 – 500 кВ от прямых ударов молнии и грозовых волн, набегающих с линий электропередачи, защите подлежат следующие объекты, расположенные на территории подстанции:

- ОРУ (открытое распределительное устройство), в том числе шинные мосты и гибкие связи;

- ЗРУ (закрытое распределительное устройство);

- силовые трансформаторы, маслохозяйство [1].

ОРУ подстанций, как правило, защищаются от прямых ударов молнии (ПУМ) стержневыми молниеотводами и только для защиты протяжённых шинных мостов и гибких связей применяются тросовые молниеотводы.

Используем для защиты от прямых ударов молнии (ПУМ) стержневые молниеотводы высотой $h = 22$ м.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода представляет собой пространство вблизи молниеотвода (рисунок 1), ограниченное поверхностью вращения в виде «шатра», образующая, которой может быть найдена по эмпирической формуле:

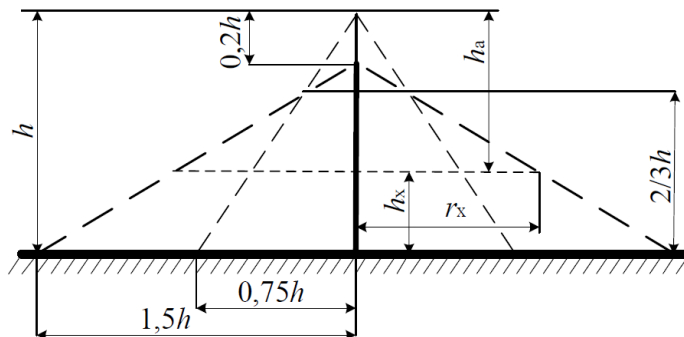


Рисунок 1 – Зона защиты одного молниеотвода

На рисунке h – высота молниеотвода; h_x – высота защищаемого объекта;

объект не поражается разрядами; h_a – активная высота молниеотвода.

r_x – максимальное расстояние между объектом и молниеотводом, при котором

$$r_x = p \frac{1,6h_a}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (1)$$

где $p = 1$ при $h \leq 30$ м; h_x принимаем как высоту самых габаритных сооружений подстанции, $h_x = 6,7$ м; $h_a = h - h_x = 15,3$ м.

Одного одиночного стержневого молниеотвода недостаточно чтобы выполнить грозозащиту. Грозозащиту выполняем 2-мя одинаковыми молниеотводами, установленными на опорных конструкциях.

Подставим значения в формулу, получим:

Высота защищённой точки h_0 посередине между молниеотводами находится по формуле:

$$r_x = 1 \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{6,7}{22}} (22 - 6,7) = 18,8 \text{ м.}$$

$$h_0 = h - \frac{a}{7p} \quad (2)$$

где a – расстояние между 1 и 2 молниеотводами, $a = 19,2$ м;

Зона защиты двух стержневых молниеотводов одинаковой высоты будет выглядеть как показано на рисунке 2 [2].

$$h_0 = 22 - \frac{19,2}{7 \cdot 1} = 19,26 \text{ м.}$$

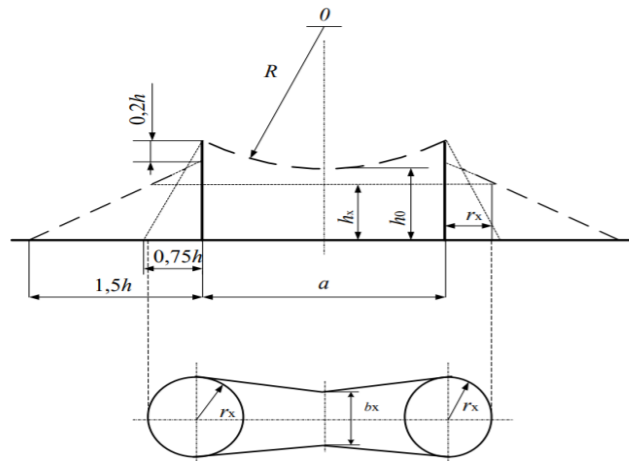


Рисунок 2 – Зона защиты двух стержневых молниеотводов

a – расстояние между молниеотводами;
 h_0 – наибольшая высота защищенной точки посередине между молниеотводами;
 b_x –

ширина зоны защиты в горизонтальном сечении.

Наименьшая ширина зоны защиты b_x определяется по кривым, представленным на рисунке 3.

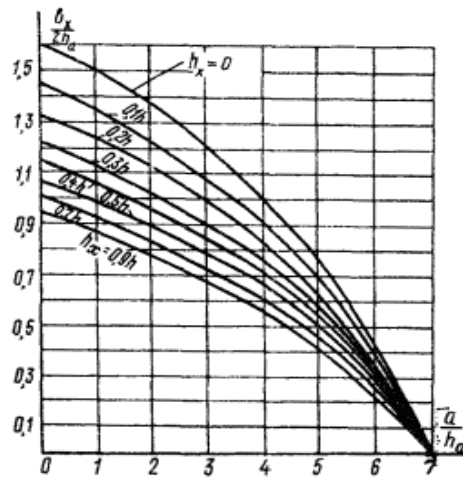


Рисунок 3 – Значение наименьшей ширины зоны защиты b_x двух стержневых молниеотводов с высотой не более 30 м [2]

Рассчитаем зону защиты b_{x12} между 1 и 2 молниеотводом:

$$\frac{a}{h_a} = \frac{19,2}{15,3} = 1,25$$

где a – расстояние между 1 и 2 молниеотводами, $a = 19,2$ м;

Кривую определяем из соотношения:

$$\frac{h_x}{h} = \frac{6,7}{22} = 0,3$$

Таким образом получаем:

$$b_{x12} = 1,12 \cdot 15,3 \cdot 2 = 34,27\text{м.}$$

У КРУ (комплектное распределительное устройство) и у одного из пунктов управления сделаем металлическую крышу. В этом случае, защита данных сооружений молниеотводами не требуется.

На рисунке 4 изобразим зону защиты двух отдельно стоящих молниеотводов.

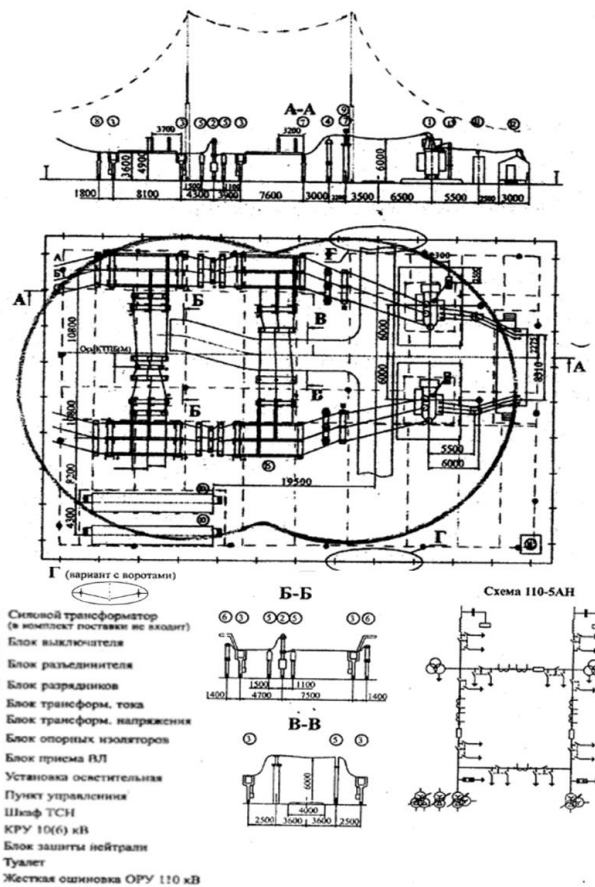


Рисунок 4 – Зоны защиты 2-х молниеотводов на конструкциях ПС

Как видно на схеме, суммарная зона защиты молниеотводов оказалась достаточной для покрытия всей территории подстанции (на те объекты, которые находятся за пределами зоны защиты, установлена металлическая крыша).

Таким образом, выбор высоты, количества и места расположения молниеотводов полностью удовлетворяет электротехническим требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юриков П.А. Защита электростанций и подстанций 3...500 кВ от прямых ударов молний [Текст]: – М.: Энергоиздат, 1982. -88 с.
2. Соловьёв И.И. Техника высоких напряжений [Текст]: методические указания к расчетно-графическому заданию/И.И. Соловьев. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 19 с.

SELECTION OF DESIGN PARAMETERS OF A LIGHTNING CONDUCTOR IN ACCORDANCE WITH ELECTRICAL REQUIREMENTS

Synchikov D.S.

This article will focus on the choice of design parameters of a lightning protection device at a 110/10 kV electrical substation, made in accordance with electrical requirements. Calculations will be made, on the basis of which the number of lightning conductors will be selected, as well as their length and installation location.

The relevance of the topic under consideration is extremely high, since a lightning conductor is an important lightning protection device that allows you to avoid accidents associated with a lightning strike.

Keywords: lightning protection device, lightning conductor, electrical requirements, protection zone, protection zone width.

Сынчиков Дмитрий Сергеевич, 2023

УДК 504.75.06

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ И РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ И В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Третьяков Александр Анатольевич

Ведущий научный сотрудник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в ОБЖ,

Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России,

г. Санкт-Петербург

В статье проведен анализ новой отрасли по производству пожарной техники, применяемых для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве. Раскрыто одно из перспективных направлений развития пожарной и аварийно-спасательной техники – роботизированной пожарной и аварийно-спасательных средств, с помощью которых можно осуществлять круглосуточный контроль объектов, оперативную разведку и оценку пожарной обстановки, тушение загораний, охлаждение технологического оборудования и строительных конструкций, проведение аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: *пожарная техника, робот, опасность, авария, разведка, пожар, пожарно-спасательная операция, оборудование, манипулятор, мобильный роботизированный комплекс, аварийно-спасательные средства.*

В современных условиях работа пожарных становится более опасной вследствие усложнения технологических процессов, насыщенности их различными пожаровзрывоопасными веществами, широкого использования токсичных и радиоактивных веществ. Не решена в полной мере проблема защиты пожарных от действия лучистых потоков пламени при тушении пожаров резервуарных парков, технологического оборудования нефте- и газоперерабатывающих заводов, лесов, газонефтяных фонтанов, складов лесопиломатериалов, а также в зонах повышенного выделения радиации при аварийных ситуациях на АЭС (где нежелательно присутствие людей) и т.п.

Для противопожарной защиты различных отраслей производства в современных условиях требуется создание принципиально новой пожарной техники, позволяющей уменьшить временные показатели срабатывания пожарной автоматики, сосредоточить подачу огнетушащих веществ непосредственно в зону горения, повысить безопасность оперативных работников противопожарной службы при

работе на пожарах, создать необходимые условия для обеспечения их работоспособности в экстремальных условиях [1].

Решить эти задачи можно только на более качественном уровне, используя технику новых поколений. Перспективным направлением совершенствования пожарной техники является создание пожарных роботов, с помощью которых можно осуществлять круглосуточный контроль объектов, оперативную разведку и оценку пожарной обстановки, тушение загораний, охлаждение технологического оборудования и строительных конструкций, проведение аварийно-спасательных работ, эвакуацию людей из зоны пожара и спасание материальных ценностей [2].

Для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве в России НИИ специального машиностроения МГТУ им. Н.Э.Баумана и ФГУ ВНИИПО МЧС России разработали мобильный роботизированный комплекс разведки и пожаротушения МРК-РП (рис.1) [3].



Рисунок 1 – Общий вид робота МРК-РП

Визуальная разведка внутри помещений и на участках местности осуществляется с помощью телевизионной системы, включающей 5 телевизионных камер, одна из которых работает в ИК-диапазоне. С помощью ИК-камеры осуществляется не только управление в условиях плохой видимости, а также производится поиск скрытых очагов возгорания.

Для проведения химической и радиационной разведки робот оснащается соответствующими приборами, информация от которых поступает на пульт оператора. Дальность управления роботом по радиоканалу в условиях прямой видимости до 1000м по кабельному каналу до 100 м.

Для выполнения транспортных и технологических операций при тушении пожаров и ликвидации аварий на роботе установлен манипулятор, позволяющий поднимать груз до 120 кг на минимальном выносе руки и 30 кг на максимальном выносе руки. Конструкция последнего звена манипулятора оснащена механизмом ротации, что позволяет осуществлять вращательные движения, как например, при вращении вентилей. Движение робота обеспечивается за

счет гусеничного движителя, приводимого в действие двумя электродвигателями. Максимальная скорость передвижения 3,6 км/час. Конструкция движителя робота позволяет преодолевать вертикальные препятствия высотой 300 мм, передвигаться по лестничным маршам под углом до 35°, при этом за счет изменения конфигурации гусеничного движителя длина робота может меняться от 950 до 1300 мм при ширине 700 мм и высоте 800 мм. Максимальное время автономной работы робота составляет 4 часа.

Контроль за направлением подачи огнетушащих веществ и работой схватоманипулятора осуществляется с помощью одной из видеокамер, установленной непосредственно на манипуляторе.

Подача воды и раствора пенообразователя для тушения тонкораспыленной водой и низкократной пеной (рис. 2) может осуществляться также от внешнего источника – мотопомпы высокого давления, установленной на машине технической поддержки АБР-РОБОТ (рис. 3) по рукаву высокого давления, длиной до 100 м или навесного закачного бака, вместимостью 50 л огнетушащего вещества [4].



Рисунок 2 – Тушение очага пожара роботом МРК-РП с помощью пены низкой кратности



Рисунок 3 – Общий вид АБР-РОБОТ и МПК-РП

Автомобиль АБР-РОБОТ оснащен оборудованием, позволяющим выполнять большой перечень работ при ликвидации аварий и тушении пожаров.

Таким образом, постепенно формируются различные направления создания и совершенствования роботизированной пожарной и аварийно-спасательных средств.

В настоящее время во всем мире проводится большой объем работ по созданию робототехнических комплексов для работы по ликвидации тяжелых техногенных аварий и актуальность создания мобильной противопожарной техники подтверждается многочисленными иностранными разработками [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии проведения поисково-спасательных работ – Информационная система [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.acmp.krasn.ru> (дата обращения 14.08.2017).
2. Современные средства проведения аварийно-спасательных работ и обеспечения пожаротушения [Электронный ресурс]. <https://fireman.club/conspects/tema-sovremennye-sredstva-provedeniya-avarijno-spasatelnyx-rabot-i-obespecheniya-pozharotusheniya-mrk-rp-mrup-sp-g-tv-u-40/>.
3. МПК-РП- легкий пожарный робот [Электронный ресурс]. <https://shusharmor.livejournal.com/748783.html>.
4. АБР-РОБОТ: назначение, оборудование и технические характеристики [Электронный ресурс]. [harakteristiki/https://fireman.club/conspects/tema-sovremennye-sredstva-provedeniya-avarijno-spasatelnyx-rabot-i-obespecheniya-pozharotusheniya-mrk-rp-mrup-sp-g-tv-u-40/](https://fireman.club/conspects/tema-sovremennye-sredstva-provedeniya-avarijno-spasatelnyx-rabot-i-obespecheniya-pozharotusheniya-mrk-rp-mrup-sp-g-tv-u-40/).
5. Ученые МЧС России развивают робототехнику для безопасности и реабилитации человек [Электронный ресурс]. <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5030179>.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF FIRE EQUIPMENT USED FOR CONDUCTING FIRE AND RESCUE OPERATIONS AND RECONNAISSANCE IN HIGH-RISK CONDITIONS AND IN A CONFINED SPACE

Tretyakov A.A.

The article analyzes a new industry for the production of fire equipment used for conducting fire and rescue operations and reconnaissance in high-risk conditions and in a confined space. One of the promising areas of development of fire and rescue equipment is revealed – robotic fire and rescue equipment, with the help of which it is possible to carry out round-the-clock monitoring of objects, operational reconnaissance and assessment of the fire situation, extinguishing fires, cooling of technological equipment and building structures, carrying out emergency rescue operations.

Keywords: fire fighting equipment, robot, danger, accident, reconnaissance, fire, fire rescue operation, equipment, manipulator, mobile robotic complex, emergency rescue equipment.

Третьяков Александр Анатольевич, 2023

УДК 004.4

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Фасхутдинов Руслан Минсеферович

Аспирант, Казанский научный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева” КНИТУ-КАИ

Ризаев Ильдус Султанович

Доцент, Казанский научный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева” КНИТУ-КАИ

В статье исследуются методы интерпретации изображений, получаемых при дистанционном зондировании земли. Рассматриваются различные методы сегментации изображений, позволяющих разбить отдельные фрагменты снимков на классы. Для выделения однородных участков местности предлагается использовать характерные признаки по цвету и яркости. Для кластеризации и распознавания фрагментов изображений предлагается использовать алгоритм ISUDATA.

Ключевые слова: *изображение, фотоснимок, сегментация, пиксели, кластеризация, распознавание, дешифрирование, объекты, алгоритм, ISUDATA.*

При дистанционном зондировании земли при аэрофотосъемке или космических спутников получают изображения с информацией об объектах земной поверхности. Это могут быть горные массивы, моря, реки, леса, поля, поселки, города и др. Полученные снимки необходимо дешифрировать и интерпретировать с привязкой к местности и учетом физических характеристик. На основе анализа полученных снимков можно дешифрированные объекты отнести к тому или иному классу и даже провести соответствующее распознавание. Для распознавания и анализа изображений обычно применяют различные методы сегментации, которые позволяют выделить те или иные объекты и их границы. Такой подход в конечном итоге упрощает процесс анализа изображения. При сегментации цифрового изображения, представленного в виде массива пикселей, отдельным пикселям или сгусткам пикселей с одинаковыми характеристиками (по цвету, яркости и др.) присваиваются метки. Пиксели с одинаковыми метками имеют общие визуальные характеристики [1-4].

Сегментация и кластеризация изображений

Для облегчения интерпретации проводят преобразование изображений путем уменьшения числа тонов или цветов, в самом крайнем случае переводят полутоновое изображение в бинарное, состоящее из двух уровней (0 или 255). Такой подход значительно облегчает процесс выделения и

определения объектов, их местоположение и характеристики. Например, геометрические характеристики позволяют определить площадь, размер, число объектов и др.

Используя сегментацию, можно объединить отдельные элементы изображений в однородные группы, принадлежащие соответствующим классам. Существуют различные методы сегментации. Например, если изображение достаточно однородное по цвету, то можно провести сегментацию по водоразделам. Если изображение весьма пестрое по цвету, тип текстуры, то такие объекты надо объединять в кластеры. Изображения со свойством текстуры имеют одинаковые повторяющиеся рисунки, например, снимок кирпичной стены, изображение городского квартала, участки лесных массивов.

Метод с использованием гистограмм пикселей по цвету или яркости позволяет распределить пиксели по кластерам, где максимумы и минимумы могут являться центрами кластеров. Близким к этому методу является пороговая сегментация, которая объединяет пиксели по характеристикам изображений. Метод разрастания областей объединяет пиксели в однородные сегменты по яркости. В методе выделения границ учитывается, что пиксели в данном случае сильно связаны, образуя линии и дуги. При этом на границах происходит сильный перепад яркости пикселей [5-8].

При использовании любых методов сегментации необходимо учитывать функцию $f(x,y)$, координаты пикселей. Иначе может возникнуть ситуация, когда море и небо окажутся в одном сегменте.

Кластерный анализ. Алгоритм ISODATA

При классификации необходимо определить принадлежность изображения или его фрагментов к одному из классов. Такое выделение производится на основании соответствующих признаков фрагментов. Классификацию можно проводить двумя методами: обучение с учителем, обучение без учителя. Кластерный анализ позволяет объединить оба этих метода. Существуют различные методы кластеризации, которые можно разделить на два класса: иерархические и статистические. Среди статистических выделяют: k-средних, g-средних, ISODATA. Наиболее приемлемых для кластеризации изображений является последний [9].

Кластер – это однородный участок изображения, с точки зрения некоторого набора признаков (яркостных, геометрических, текстурных, физических/биофизических). Пикселы, принадлежащие к разным кластерам, отличаются по этим же признакам. Можно выделить яркостные и геометрические признаки пикселей и фрагментов изображений. Представление отдельных пикселей по яркости можно представить в виде вектора

$f = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$, где f_1, f_2, \dots, f_n – значения яркости

К геометрическим признакам можно отнести площадь S , периметр P , фактор формы объекта или кластера: $K_f = P/S^{1/2}$. Как отношение периметра объекта к площади. Если фигура – круг радиуса R , то $K_f = 2\pi R/(\pi R^2)^{1/2}$. У круга величина K_f минимальная. Для квадрата со стороной a $K_f = 4$, для прямоугольника со сторонами a и b , $K_f = 2,2/0,316 = 6,324$.

Границы фигур могут быть найдены путем использования градиентных фильтров (Лапласа, Робертса, Собела и т. п.);

Оценка сходства в кластерном анализе основано на понятие расстояния, в выражение для которого может быть включена не только яркость, но и некоторые другие признаки. Если расстояние меньше порога, то элемент изображения относят к соответствующему кластеру.

При использовании многоспектральных данных дистанционного зондирования в расстояние входят значения яркости (i, j) -го пикселя изображения в различных каналах. Совокупность этих значений можно записать в виде вектора f_{ij} .

Кластеры формируются так, чтобы расстояние между отдельными пикселями в каждом кластере было минимальным, а расстояния между пикселями, относящимися к различным кластерам, были как можно больше. Наиболее распространенной мерой подобия (сходства) является евклидово расстояние между векторами f_{ij} и f_{mn} . Если $\{f_{kij}\}$, $\{f_{kmn}\}$ – компоненты этих векторов, k – номер спектрального канала, то евклидово расстояние

$$r_E = \sqrt{\sum_k (f_{kij} - f_{kmn})^2} \quad (1)$$

Мерой сходства может быть также косинус угла между векторами, определяемый

$$\cos \varphi = \frac{(f_{ij}, f_{mn})}{\|f_{ij}\| \|f_{mn}\|} \quad (2)$$

Косинус максимален при близости направления векторов. Процедура кластеризации может основываться на

как отношение скалярного произведения векторов к произведению их норм:

оптимизации какого-нибудь показателя качества, например, критерий минимума суммы квадратов ошибки:

$$\varepsilon = \sum_{k=1}^K \sum_{f \in S_k} \|f_k - \mu_k\|^2 \quad (3)$$

где K – число кластеров; S_k – множество объектов (пикселей), относящихся к k -му кластеру; μ_k – вектор средних значений для класса k .

Алгоритм распознавания изображений

ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique Algorithm) – алгоритм итеративного самоорганизующегося метода анализа данных. Данный метод служит для анализа данных и классификации паттернов [9-11].

Для реализации кластеризации изображения удобно выбрать многошаговый алгоритм ISODATA, позволяющий получить более точный результат. Данный алгоритм можно реализовать в среде Visual Studio, используя библиотеку OpenCV.

Алгоритм ISODATA предусматривает управление процессом кластеризации: можно изменять число кластеров; количество пар кластеров, которые можно объединить; допустимое число циклов итерации и т. п.

Реализация алгоритма состоит из множества шагов.

Шаг 1. Выбираем изображение для его последующей дешифрации.

Шаг 2. Устанавливаем требуемое количество кластеров

Шаг 3. Устанавливаем минимальное расстояние между кластерами и стандартные отклонения от центров кластеров.

Шаг 4. Определяем RGB начальные цвета кластеров

Шаг 5. Определяем точки (RGB-компоненты пикселя) до ближайшего центра кластеров.

Шаг 6. Вычисляем расстояния между центрами кластеров, если оно окажется меньше заданного максимального, то объединяем эти кластеры.

Шаг 7. Вновь перераспределяем точки (пиксели) по новым центрам кластеров.

Шаг 8. Для каждого кластера устанавливаем свой индекс.

Шаг 9. Для каждого кластера вычисляем выборочное среднее значение и стандартные отклонения по осям X и Y

Шаг 10. Повторяем шаги 3-8 до тех пор пока стандартные отклонения не станут меньше максимально допустимого.

Шаг 11. Выводим изображение с доминирующими цветами кластеров.

Результат работы алгоритма кластеризации демонстрируются на рисунках. На рисунке 1 приведено изображение с примером местности. На рисунке 2. Приведены доминирующие цвета местности. На рисунке 3 приведено изображение местности с выделением каждого класса.

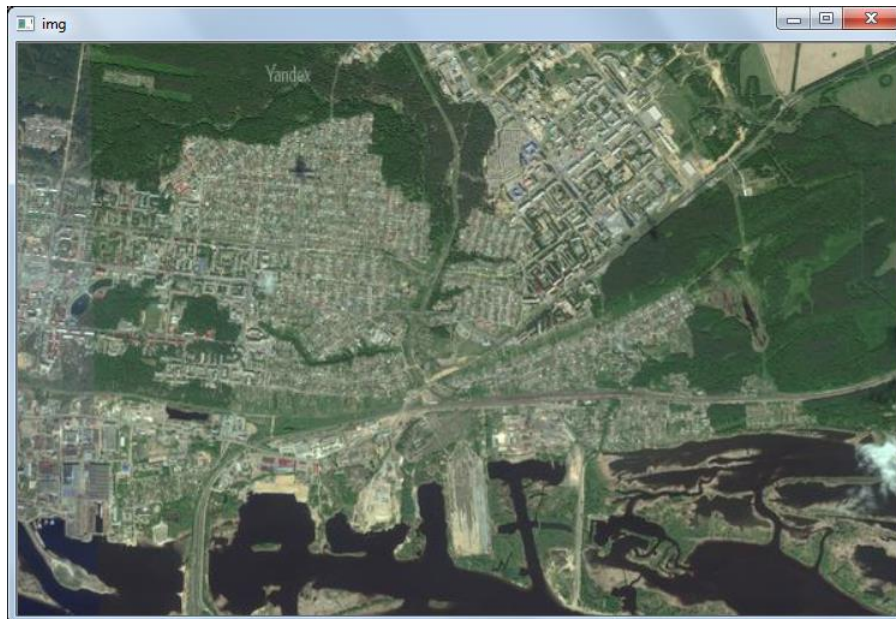


Рисунок 1 – Исходное изображение местности

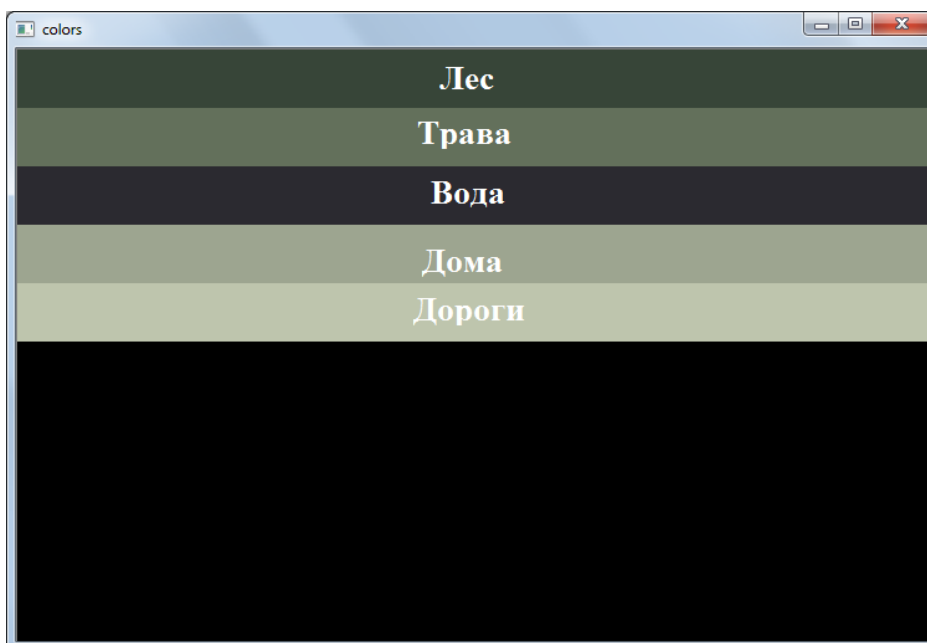


Рисунок 2 – Доминирующие цвета кластеров

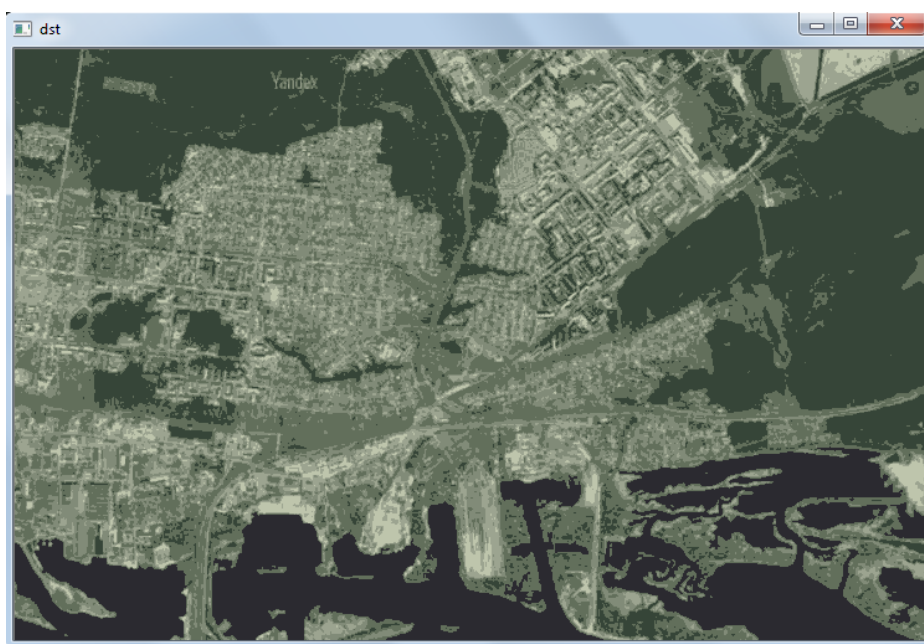


Рисунок 3 – Изображение местности с выделением каждого класса

Заключение

В работе показано, что получаемые фотоснимки при ДЗЗ требуют решения задачи интерпретации полученных изображений местности, отнесение фрагментов изображений к тому или иному классу. С этой целью предлагается использовать сегментацию изображений с выделением однородных фрагментов по характерным признакам, например, цвета, яркости, текстуры или геометрическим признакам. Отнесения фрагментов к тому или иному классу предлагается использовать метод кластеризации. Для кластеризации и

распознавания изображений предложено использовать алгоритм ISODATA. Данный алгоритм является более гибким для управления процессом, кластеризации, позволяя устанавливать количество циклов итерации и возможностью манипуляции кластерами. Предлагаемая схема интерпретации снимков может быть использована для распознавания фрагментов местности, что может быть оказаться полезным для работников сельского хозяйства, работников кадастрового учета и многих других.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашкин В. Б. Цифровая обработка изображений (дистанционное зондирование Земли из космоса) : метод. указания для студентов // сост. В. Б. Кашкин. – Красноярск : КГТУ, 1998
2. Грузман И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах // И. С. Грузман, В. С. Киричук и др – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002.
3. Фомин, Я. А. Статистическая теория распознавания образов // Я. А. //Фомин, Г. Р. Тарловский. – М. : Радио и связь, 1986..
4. Шихт, Г. Ю. Цифровая обработка цветных изображений // Г. Ю. Шихт. – М. : ЭКОМ, 1997.
5. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений // Т. Павлидис. – М. : Радио и связь, 1986. Васильева Н., Построение и комбинирование признаков в задаче поиска изображений по содержанию, 2010.
6. Лурье И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений // И.К. Лурье., А.Г. – М.: Научный мир, 2003.
7. Шапиро Л. Компьютерное зрение // Л. Шапиро, Дж. Стокман – М.: Бином, 2006.
8. Griffin, M.K., Compensation of Hyperspectral Data for Atmospheric Effects / M. K. Griffin, H.K. Burke // Lincoln Laboratory Journal. – 2003. –
9. Ball *Isodata: a method of data analysis and pattern classification.*// Ball, H. Geoffrey, Hall, J. David – Stanford Research Institute, Menlo Park, United States. Office of Naval Research. Information Sciences Branch
10. Чабан Л.Н. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2016, – 94 с
11. Rizaev I.S., Miftakhutdinov D.I., Takhavova E.G. Solution of the problem of superposing image and digital map for detection of new objects // I.S. Rizaev., D.I. Miftakhutdinov., E.G. Takhavova – В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2018. С. 012098.

INTERPRETATION OF IMAGES OBTAINED BY REMOTE SENSING
OF THE EARTH'S SURFACE

Faskhutdinov R.M., Rizaev I.S.

The article investigates the methods of interpretation of images obtained by remote sensing of the earth. Various methods of image segmentation are considered, which make it possible to divide individual fragments of images into classes. To highlight homogeneous areas of the terrain, it is proposed to use characteristic features in color and brightness. For clustering and recognition of image fragments, it is proposed to use the ISUDATA algorithm.

Keywords: image, photograph, segmentation, pixels, clustering, recognition, decryption, objects, algorithm, ISUDATA.

*Фасхутдинов Руслан Минсеферович,
Ризаев Ильдус Султанович, 2023*

УДК 625.123 : 625.042.1

ПРОГРАММА РЕД_PROGNOZ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ РАЗМЫВА УЧАСТКОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ УЛАН-БАТОРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Филатов Евгений Валерьевич

Кандидат технических наук, декан факультета «Строительство железных дорог», доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство», ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Холодов Петр Николаевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Подвербный Вячеслав Анатольевич

Доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

В статье приведены результаты исследования по проблеме размыва участков земляного полотна Улан-Баторской железной дороги. В прогнозе, выдаваемом Улан-Баторским гидрометцентром, выявлено логическое несоответствие по порядку размещения колонок времени суток. В программе РЕД_PROGNOZ.xlsx изменена форма таблицы прогноза. После анализа тестового расчета, выполненного по примеру прогноза на 8 – 10 июня 2023 года, были выявлены два наиболее опасных участка пути с оранжевым уровнем опасности размыва из пяти участков опытного полигона УБЖД. Сделан вывод о том, что методика факторного анализа, предложенная специалистами службы пути УБЖД, учитывает основные характеристики участков и позволяет сузить поле предупреждений об опасности размыва пути и искусственных сооружений.

Ключевые слова: *Улан-Баторская железная дорога, проблема размыва участков УБЖД, программа РЕД_PROGNOZ.xlsx, тестовый расчет участков опытного полигона УБЖД.*

Введение

В предыдущей работе была рассмотрена проблема размыва участков земляного полотна Улан-Баторской железной дороги (УБЖД) и мероприятия, предпринимаемые специалистами УБЖД для предотвращения размывов земляного полотна и искусственных сооружений, а также было приведено описание программы PROGNOZ.xlsx, реализующей предложенную специалистами ИрГУПС методику оперативного автоматизированного информирования о возможности размыва участков земляного полотна УБЖД.

В настоящей статье будет рассмотрена программа РЕД_PROGNOZ.xlsx, в которой был проведен тестовый расчет прогноза рисков размыва на период трех суток

8–10 июня 2023 года на пяти участках опытного полигона УБЖД.

Программа РЕД_PROGNOZ.xlsx представляет собой отредактированную программу PROGNOZ.xlsx с учетом замечания по правильной последовательности времени в прогнозе, выдаваемом Улан-Баторским гидрометцентром (УГМЦ), в котором в соответствии с временем суток сначала должен идти прогноз на НОЧЬ, а затем – на ДЕНЬ.

Программа РЕД_PROGNOZ для оперативного автоматизированного информирования о возможности размыва участков земляного полотна Улан-Баторской железной дороги

Прогноз предоставляется УГМЦ по договору с УБЖД заблаговременно на трое суток (рис. 1).

С 20:00 7 июня 2023 г. по 20:00 10 июня 2023 г.																		
Прогноз погоды на 3 дня																		
N-66																		
usik.1963@mail.ru, Darjaatugsjargal@gmail.com, dis.pgd2022@gmail.com, egantumur@iist.ru																		
Факс в УБЖД 244517,244134, 244554; в праздники, выходные 244119																		
Наименование станция	8						9						10					
	Погодные явления		Тб	Ти	Ветер		Погодные явления		Тб	Ти	Ветер		Погодные явления		Тб	Ти	Ветер	
	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь
Сүхбаатар	9	60	11	27	БХ-4	ЗХ-8	7	5	10	28	БХ-4	БХ-4	7	5	13	30	Б-4	Б-3
Дархан	9	10	11	27	БХ-4	ЗХ-8	7	5	11	29	БХ-5	БХ-4	7	5	12	30	Б-4	Б-5
Салхит	7	10	10	27	БХ-4	ЗХ-8	7	5	11	29	БХ-5	БХ-4	7	5	13	30	Б-4	Б-5
Зуунхараа	7	10	9	25	БХ-4	ЗХ-7	7	5	9	28	БХ-4	БХ-4	7	5	12	30	Б-3	Б-6
Улаанбаатар	7	10	7	21	БХ-3	ЗХ-7	7	5	7	25	БХ-3	БХ-5	7	5	8	27	Б-5	Б-4
Мазныт	7	10	6	20	БХ-6	ЗХ-10	7	5	7	24	БХ-6	БХ-6	7	5	9	26	Б-5	Б-5
Чойр	7	10	7	21	БХ-6	ЗХ-11	7	5	9	24	БХ-7	БХ-7	7	5	10	27	Б-5	Б-5
Айраг	7	5	10	25	БХ-7	ЗХ-9	7	5	13	26	БХ-7	БХ-7	7	5	11	28	Б-5	БХ-6
Сайншанд	7	5	11	26	БХ-9	ЗХ-9	9	5	12	26	БХ-7	БХ-8	7	5	11	27	Б-6	БХ-5
Эрдэнэ	7	5	12	26	БХ-5	ЗХ-9	9	5	11	25	БХ-8	БХ-6	7	5	13	26	Б-5	БХ-8
Замын ууд	7	5	10	26	БХ-5	ЗХ-9	9	5	11	25	БХ-5	БХ-8	7	5	12	25	Б-4	БХ-6
Эрдэнэт	7	60	9	24	БХ-4	ЗХ-5	9	5	10	26	БХ-4	БХ-4	9	81	11	27	Б-4	Б-4
Багануур	7	10	6	20	БХ-7	ЗХ-10	7	5	7	23	БХ-6	БХ-8	7	5	7	27	Б-6	Б-5
Анхааруулга:																		

Рисунок 1 – Скриншот прогноза УГМЦ по основным станциям УБЖД на период с 8 по 10 июня 2023 года

Например, прогноз на 8, 9 и 10 июня был составлен 7 июня.

Ночь 8 июня наступила в 20:00 7 июня и закончилась в 8:00 8 июня.

Затем пошло время дня 8 июня: с 8:00 до 20:00 8 июня, и так далее.

Поэтому по мнению специалистов ИрГУПС следует выдавать прогноз в правильной последовательности, и откорректировать таблицу прогноза так, как показано на рисунке 2.

Сначала идет НОЧЬ, а потом ДЕНЬ.

ПРОГНОЗ УЛАН-БАТОРСКОГО ГИДРОМЕТЕОЦЕНТРА						ОСАДКИ - ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА, ИЗ-ЗА КОТОРОЙ ПОЯВЛЯЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗМЫВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И РАЗРУШЕНИЯ ИССО	
R17		R17		R17			
ПРОГНОЗ количества осадков на 8 июня				ПРОГНОЗ количества осадков на 9 июня		ПРОГНОЗ количества осадков на 10 июня	
Ночь С 20:00 7 июня до 08:00 8 июня		День С 08:00 8 июня до 20:00 8 июня		Ночь	День	Ночь	День
60		9		5	7	5	7
60		9		5	7	5	7
60		9		5	7	5	7
60		9		5	7	5	7
60		9		5	7	5	7

Рисунок 2 – Предлагаемая форма таблицы прогноза

Рисунок 3 поясняет, почему предлагается изменить форму таблицы прогноза – потому что ночь 8 июня наступает раньше дня 8 июня.

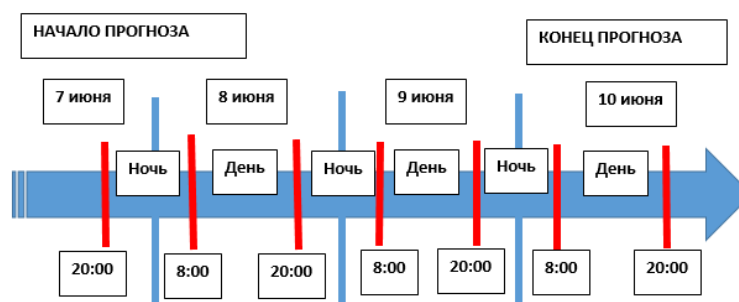


Рисунок 3 – Пояснение по изменению таблицы прогноза

Диспетчер службы пути УБЖД получает прогноз УГМЦ и должен правильно, последовательно ввести коды в соответствующую область программы РЕД_PROGNOZ.xlsx. В каждом дне слева должна стоять НОЧЬ, потому что она идет раньше (начинается вечером предыдущих суток).

В этой области программы (см. рис. 2) заполняются не числа, а коды, в которых зашифрован прогноз погодных явлений, начиная от кодов 5 и 7 обозначающих переменную облачность, код 60 – небольшие дожди (день, ночь); и заканчивая кодами 96, 97, которые указывают на опасные явления – очень сильный ливень (больше 30 мм осадков менее чем за 1 час).

Пример расчетов в программе РЕД_PROGNOZ.xlsx для участков опытного полигона

Опытный полигон Сухэ-Баторской дистанции пути (ПЧ-1 УБЖД) был выделен для отработки методики оперативного автоматизированного информирования о

возможности размыва участков земляного полотна Улан-Баторской железной дороги.

Опытный полигон включает 5 километров (14, 15, 16, 17 и 23-й километры) на перегоне Хойт – Сухэ-Батор, на которых отсутствуют пересечения с постоянными водотоками и все ИССО расположены на периодических водотоках, т.е. в сухих логах.

Характеристика данных 5-ти участков, оцененных экспертами УБЖД, приведена в программе РЕД_PROGNOZ.xlsx.

Весовые коэффициенты по критериям R1 – R16 в диапазоне 0,1 – 0,5 назначены специалистами ИрГУПС.

Для критерия R17 весовой коэффициент задавать не требуется, он всегда равен 1, а для того, чтобы подчеркнуть значение критерия R17 специалистами ИрГУПС в расшифровке кодов метеопрогноза использованы значительные (увеличенные в 10 раз) величины рисков.

Для выводов по расчетам следует использовать рисунок 4, который представляет собой скриншот из программы РЕД_PROGNOZ.xlsx.

СУММАРНЫЙ РИСК ПО УЧАСТКУ ПО КРИТЕРИЯМ R1 - R16 БЕЗ УЧЕТА ОСАДКОВ	ПРОГНОЗ УЛАН-БАТОРСКОГО ГИДРОМЕТЕОЦЕНТРА ОСАДКИ - ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА, ИЗ-ЗА КОТОРОЙ ПОВЛЯЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗМЫВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И РАЗРУШЕНИЯ ИССО						ОСНОВНОЕ СЛАГАЕМОЕ СУММАРНОГО КРИТЕРИЯ РИСКА РАЗМЫВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И РАЗРУШЕНИЯ ИССО ИЗ-ЗА КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ						СУММАРНОЕ ИТОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ КРИТЕРИЯ РИСКА РАЗМЫВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И РАЗРУШЕНИЯ ИССО ИЗ-ЗА КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ, ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ, БАССЕЙНОВ, ЛОГОВ И ПОТОКОВ ВОДЫ И УСЛОВИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОРАЗМЫВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ						СПАРКЛАЙН - ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СУММАРНОГО ИТОГОВОГО ЗНАЧЕНИЯ КРИТЕРИЯ РИСКА РАЗМЫВА ПО ДНЯМ И ВРЕМЕНИ СУТОК
	R17		R17		R17		Zосадки		Zосадки		Zосадки		Zсуммарный		Zсуммарный		Zсуммарный		
	ПРОГНОЗ количества осадков на 8 июня		ПРОГНОЗ количества осадков на 9 июня		ПРОГНОЗ количества осадков на 10 июня		8 июня		9 июня		10 июня		8 июня		9 июня		10 июня		
Σ(R)×q	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	Ночь	День	
	10	60	9	5	7	5	7	20	0	0	0	0	0	0	30	10	10	10	10
11	60	9	5	7	5	7	20	0	0	0	0	0	0	31	11	11	11	11	11
10	60	9	5	7	5	7	20	0	0	0	0	0	0	30	10	10	10	10	10
8	60	9	5	7	5	7	20	0	0	0	0	0	0	28	8	8	8	8	8
11	60	9	5	7	5	7	20	0	0	0	0	0	0	31	11	11	11	11	11

Рисунок 4 – Скриншот программы РЕД_PROGNOZ.xlsx с расчетом показателя «СУММАРНОЕ ИТОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ КРИТЕРИЯ РИСКА РАЗМЫВА»

После анализа скриншота можно сделать следующие выводы:

В ночь на 8 июня (с 20:00 7 июня до 8:00 8 июня) следует ожидать:

- на участках 5_1, 6 и 7 – желтый уровень опасности по размыву при значении суммарного риска Zсум от 28 до 30 баллов;

- на участках 5_2 и 17_2 – оранжевый уровень опасности при значении суммарного риска Zсум = 31 балл.

Как хорошо видно из рисунка 4 суммарный риск на участках 5_2 и 17_2 складывается из риска по критериям R1 – R16 равного 11 баллам, и основного критерия риска размыва, равного 20 баллам: Zсум = 11 + 20 = 31 балл, что соответствует оранжевому уровню опасности.

На рисунке 5 приведен укрупненно скриншот и алгоритм анализа прогноза.

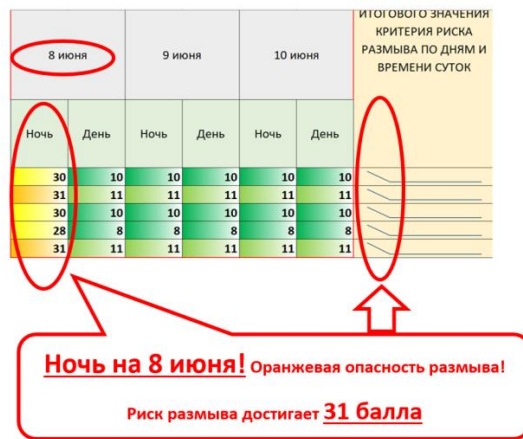


Рисунок 5 – Скриншот и алгоритм анализа прогноза в программе ПЕД_PROGNOZ.xlsx

Обсуждение результатов

В рассмотренном примере хорошо видно, что для всех пяти участков, расположенных друг от друга недалеко (участки расположены друг от друга на расстоянии не более 10 км) был выдан одинаковый прогноз осадков на станцию Сухэ-Батор под кодом 60.

Но итоговый суммарный риск размыва, учитывающий кроме осадков еще и характеристики участков (всего 16 критериев), позволил выявить из пяти – два наиболее опасных с оранжевым уровнем опасности (см. рис. 5).

Следует отметить высокий уровень методики факторного анализа, предложенной специалистами службы пути УБЖД, и подчеркнуть, что качество заполнения таблицы факторного анализа с критериями R1 – R16 непосредственно влияет на результаты итогового расчета.

В приведенном примере мосты с недостаточной водопропускной способностью находятся на участках 5_1 и 6, однако наибольший риск система выдала по участкам 5_2 и 17_2, и причина этого заключена в том, как эксперт заполнил три области критериев R1 – R16 [1, 2].

При разработке WEB-приложения предлагается использовать горизонтальное представление участков пути, как в программе ПЕД_PROGNOZ.xlsx (см. рис. 4 и 5).

Для участков, подверженных размыву из-за плохого состояния водоотводных и нагорных канав или подводящих русел, рекомендуется использовать методики, разработанные специалистами ИрГУПС [3, 4].

Заключение

В прогнозе, выдаваемом Улан-Баторским гидрометцентром, выявлено

логическое несоответствие по порядку размещения колонок времени суток.

В программе ПЕД_PROGNOZ.xlsx предлагается изменить форму таблицы прогноза.

Диспетчер службы пути УБЖД получает прогноз УГМЦ и должен правильно, последовательно ввести коды в программу ПЕД_PROGNOZ.xlsx в область с кодами метеопрогноза.

Программа ПЕД_PROGNOZ.xlsx представляет собой отредактированную программу PROGNOZ.xlsx с учетом замечаний, высказанных к указанию времени в прогнозе, выдаваемому Улан-Баторским ГМЦ. В сутках первым должен идти прогноз НОЧЬ, а затем – ДЕНЬ.

После анализа тестового расчета, выполненного по примеру прогноза на 8 – 10 июня 2023 года были сделаны следующие выводы:

В ночь на 8 июня (с 20:00 7 июня до 8:00 8 июня) следует ожидать:

- на участках 5_1, 6 и 7 – желтый уровень опасности по размыву при значении суммарного риска $Z_{\text{сум}}$ от 28 до 30 баллов;
- на участках 5_2 и 17_2 – оранжевый уровень опасности при значении суммарного риска $Z_{\text{сум}} = 31$ балл.

Итоговый суммарный риск размыва, учитывающий кроме осадков еще и характеристики участков (всего 16 критериев), позволил выявить из пяти – два наиболее опасных участка пути с оранжевым уровнем опасности.

Сделан вывод о том, что методика факторного анализа, предложенная специалистами службы пути УБЖД, учитывает основные характеристики участков и позволяет сузить поле предупреждений об

опасности размыва пути и искусственных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обследование искусственных сооружений и земляного полотна участка железной дороги от 7 км до ст. Баян на 450-м км Улан-Баторской железной дороги : Отчет по Договору № 163. – СПб: ПГУПС, НИИ мостов, 1999. – 70 с.
2. Хойт хилээс УланБаатар хот хуртэлх уулын хажуугийн ус онгороох байгууламжийн жагсаалт. – Список водопропускных сооружений онгороох от границы ст. Хойт до горного массива Уланбаатар хуртэлх. – Улан-Батор: УС ЭРДЭНЭ, 1996. – 50 с.
3. Расчет водоотводных и нагорных канав / Холодов П.Н., Подвербный В.А., Ковенькин Д.А., Филатов Е.В. // Проектирование развития региональной сети железных дорог. – 2020. – № 8. – С. 45–56.
4. Выбор оптимального варианта комплекса защитных сооружений от размыва откоса и заиливания железнодорожного моста на основе метода идеальной точки / Ченцова Е.О., Подвербный В.А. // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2012. Т. 1. С. 465-472.

RED_PROGNOZ PROGRAM FOR OPERATIONAL AUTOMATED INFORMATION ABOUT THE DANGER OF EROSION OF SECTIONS OF THE ROADBED AND ARTIFICIAL STRUCTURES ULAANBAATAR RAILWAY

Filatov E.V., Kholodov P.N., Podverbnyy V.A.

The article presents the results of a study on the problem of erosion of sections of the Ulaanbaatar railway. The forecast issued by the Ulaanbaatar Hydrometeorological Center revealed a logical discrepancy in the order of placement of columns of the time of day. In the RED_PROGNOZ program.xlsx changed the form of the forecast table. After analyzing the technical calculation carried out according to the example of the forecast for June 8-10, 2023, two of the most dangerous sections of the track with an orange level of danger of erosion from the five sections of the UBZhD test site were identified. It is concluded that the method of factor analysis proposed by the specialists of the Southern Railway track service takes into account the main characteristics of the sections and allows to narrow the field of warnings about the danger of erosion of the track and artificial structures.

Keywords: Ulaanbaatar railway, the problem of erosion of sections of the UBZHD, the RED_PROGNOZ program.xlsx, test calculation of the sites of the UBZhD test site.

*Филатов Евгений Валерьевич,
Холодов Петр Николаевич,
Подвербный Вячеслав Анатольевич, 2023*

Учредитель и издатель: ООО «Тьюринг», Кручинин Сергей Владимирович – старший научный сотрудник, кандидат политических наук.

Адрес: 394016, г Воронеж, 45 Стрелковой дивизии, 226А, 109

E-mail: wellborn@scirep.ru, Отпечатано в типографии ООО «Тьюринг».

Адрес: 394016, г Воронеж, 45 Стрелковой дивизии, 226А, 109

Подписано в печать 10.05.2023г. Выход в свет 15.05.2023г.

Тираж 500 экз. Заказ № 12/07-23-В. Цена свободная