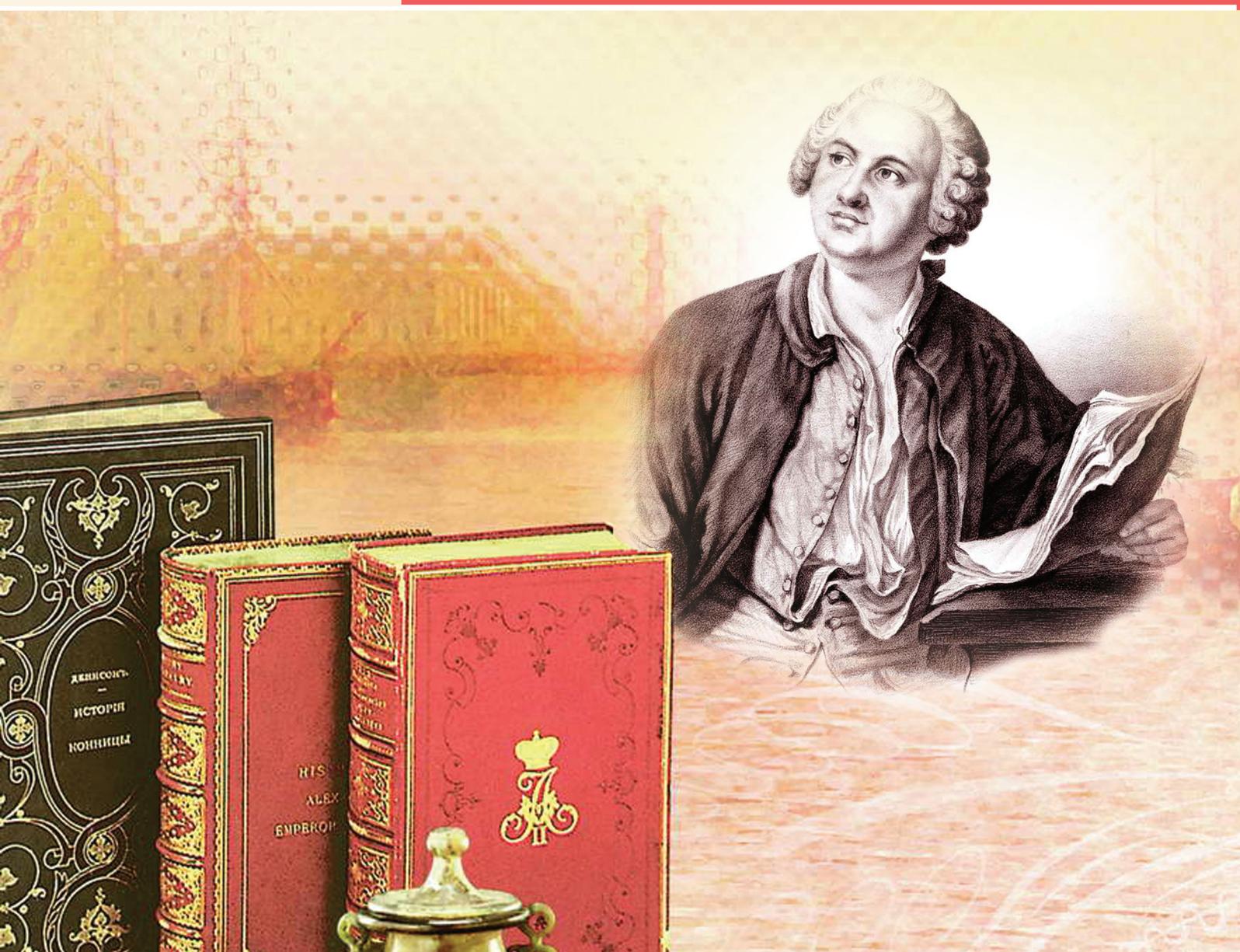


# ЛОМОНОСОВСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ – 2020

ТОМ 2



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Северный (Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова»

**ЛОМОНОСОВСКИЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ  
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ – 2020**

**Том 2**

Архангельск  
2020

УДК 001.891 (470.11) (082)  
ББК 72.3 (2Рос-4Арх) я43  
Л 75

*Составители:* Ю.С. Кузнецова

**Л 75 Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых учёных – 2020** [Электронный ресурс]: в 2-х т. Т. 2 / сост. Ю.С. Кузнецова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2020. – 813 с.  
ISBN 978-5-261-01500-0

Сборник содержит материалы конференций, проводившихся в рамках Ломоносовских научных чтений студентов, аспирантов и молодых ученых – 2020, а также лучшие научные статьи аспирантов, студентов, обучающихся Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведений.

Для специалистов в области естественнонаучных и общественных наук, преподавателей, аспирантов, студентов вузов.

УДК 001.891 (470.11) (082)  
ББК 72.3 (2Рос-4Арх) я43

*Издается в авторской редакции*

Издательский дом им. В.Н. Булатова САФУ  
163060, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 56

ISBN 978-5-261-01500-0

© Кузнецова Ю.С., составитель, 2020  
© Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2020

## Содержание

<b>Абрамова А.А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ УЧЁТА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ДЕТЕЙ.....	11
<b>Аверкиев А.М., Микуров Д.П., Пиличев Н.В.</b> KNOWLEDGE OF SPECIAL ENGLISH TO WORK WITH PROFESSIONAL SOFTWARE: APPLICATION OF SOFTWARE SIMULINK IN ELECTRICAL ENGINEERING .....	15
<b>Аверкиев А.М., Микуров Д.П., Пиличев Н.В., Крыжко Ф.И.</b> ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ.....	20
<b>Аданвоесси А.Л.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЩЕЛЕВОЙ ПЕРФОРАЦИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ КУМУЛЯТИВНОЙ .....	24
<b>Андреева Н.А., Андреев Р.А., Мотовилов А.И.</b> КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4 – 10 кВ.....	28
<b>Аннамырадов Б., Ершова П.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ В ГОТОВУЮ ПРОДУКЦИЮ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ.....	31
<b>Астафурова Н.В.</b> МОДЕЛЬ ДРЕВЕСНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА.....	35
<b>Асташев Д.А.</b> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ПРОТЕКАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФАЗОВЫХ ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ .....	39
<b>Баганова А.А., Дьякова В.В.</b> ВЛИЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОПИТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ВЫСОКОГО ВЫХОДА .....	43
<b>Бахтина А.А.</b> РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ВЕДЕНИЯ УЧЕТА ПАКЕТОВ ДОКУМЕНТОВ ПО МЕРОПРИЯТИЯМ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫМ УСТАВОМ АО «ПО «СЕВМАШ» .....	48
<b>Белак А.О., Выгнанчук А.Г.</b> GOOSE – СООБЩЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ОБМЕНА ДИСКРЕТНЫМИ СИГНАЛАМИ .....	51
<b>Беляков Д.В.</b> ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	56
<b>Бессонова Е.А.</b> ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АНГЛИЙСКОГО СТИЛЯ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ .....	61
<b>Бондарев Р.В.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН СТАБИЛЬНОСТИ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	63
<b>Бондур Е.М.</b> УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК УГЛЕВОЛОКНОМ.....	69

<b>Бредигин В.Г.</b> РАЗРАБОТКА ПУЛЬТА ОПЕРАТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ.....	72
<b>Буркова В.П.</b> НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КЛЕЕННЫХ БАЛОК ИЗ НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ.....	76
<b>Вишнякова Н.А.</b> СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ» НА ПРИМЕРЕ СТРАН БАРЕНЦ-РЕГИОНА.....	79
<b>Волова А.В.</b> РАЗЛИЧИЯ В МАКРОСТРУКТУРЕ ДРЕВЕСИНЫ МЕЖДУ ФОРМАМИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ ( <i>BETULA PENDULA</i> ROTH.).....	82
<b>ГИЛЯЗОВА А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ БУМАГИ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ.....	86
<b>Гончарова А.А., Шапран К.С.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА.....	89
<b>Горячевский И.А.</b> РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО КРУ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	94
<b>Грабовский Л.А.</b> СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С АПЕРИОДИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ.....	99
<b>Грибова О.Н.</b> ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ.....	105
<b>Гундерсен И.С.</b> НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ.....	109
<b>Давыдов А.В.</b> ОСНОВНЫЕ ГРИБНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАСЕКОМЫЕ – ВРЕДИТЕЛИ ИВЫ В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	114
<b>Давыдов Е.В.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СУДОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	118
<b>Дьякова В.В., Баганова А.А.</b> ВЛИЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОПИТКИ НА СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ВЫСОКОГО ВЫХОДА.....	123
<b>Евсеев А.Д.</b> ЮСТИРОВКА КРУГЛОГО УРОВНЯ НА ВЕХЕ.....	126
<b>Екимова Е.Н., Калач Ю.А.</b> МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ.....	128
<b>Ершов К.К., Шевелёв Д.Е.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ЧАСТИЦ УНОСА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ ПО ВИР И ППФ-СХЕМЕ СЖИГАНИЯ.....	132
<b>Ершова П.А., Аннамырадов Б.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА.....	137

<b>Завернина Ю.И.</b> ЗВУКОВОЙ И ВИБРАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ ШУМОВЫХ ПОЛОС, УСТРАИВАЕМЫХ НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ .....	141
<b>Зайков Д.Д.</b> ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СУДОВЫХ ЕДИНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	146
<b>Зваричук Н.В., Тиранов П.А., Батрин Э.Н.</b> ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБОРОВ ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА .....	151
<b>Ибрагимова А.И.</b> МОДЕЛЬ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА».....	153
<b>Искусов И.А.</b> ОБЗОР СПОСОБОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАКАЗА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ .....	158
<b>Карабан А.А.</b> ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ОЛЬХИ СЕРОЙ (ALNUS INCANA L.) В СЕВЕРО-ТАЕЖНОМ РАЙОНЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ .....	161
<b>Карачков А.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА.....	164
<b>Карельский А.А.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ПЕРСОНАЛА С МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ..	168
<b>Кацубо Д.А.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА.....	172
<b>Кашенов А.Д., Ващук С.Н.</b> ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕТОДЫ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ .....	177
<b>Кашенов А.Д., Ващук С.Н.</b> НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....	180
<b>Кашенов А.Д., Ващук С.Н.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР УЗБЕКИСТАНА.....	183
<b>Кисель А.И.</b> ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	188
<b>Клюкин В.К., Морозова М.В.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОПЛОТНОСТИ ПЕСКОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....	192
<b>Кононова В.М.</b> ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	195
<b>Кононова В.М.</b> ЭКОЛОГИЧНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....	200
<b>Копалкина А.Г., Гагарин И.А.</b> ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ .....	206
<b>Копейна В.О.</b> РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ УЛК .....	210
<b>Копырин С.Д., Вахлова А.Г.</b> ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ДЛЯ ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ.....	213

<b>Королёва П.В.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД .....	218
<b>Кострушина М.А.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА .....	220
<b>Кочуков В.А., Леонов А.С., Носарева М.А.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ, НАПРАВЛЕННОЙ НА БЫТОВУЮ АДАПТАЦИЮ ДЕТЕЙ С РАС .....	225
<b>Кочурова Д.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ МАНСАРДНОГО ПОМЕЩЕНИЯ.....	230
<b>Крапивина Н.Л.</b> АСПЕКТЫ РЕИНЖИНИРИНГА РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ САЛОНОВ КРАСОТЫ.....	233
<b>Кривополенов Н.В.</b> ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ .....	238
<b>Кривополенов Н.В.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗОТРОПНОЙ ПЕРКОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ УЗЛОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ МАТЛАВ ДЛЯ 2D И 3D СЕТОК .....	242
<b>Кузнецов К.Б.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БИОРЕСУРСОВ ДЛЯ СЕВЕРНОГО ОТДЕЛА ПОЛЯРНОГО ФИЛИАЛА ФГБНУ «ВНИРО».....	247
<b>Кузнецова Д.А.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЭКО-ДОМА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА .....	251
<b>Лазарев А.Е.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ СИГНАТУР НА ПОЛИГОНАХ И СВАЛКАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....	255
<b>Лазарева И.В.</b> СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ.....	258
<b>Левчук И.А.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	263
<b>Леонов А.С., Кочуков В.А., Носарева М.А.</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ, НАПРАВЛЕННАЯ НА СОЦИАЛЬНУЮ АДАПТАЦИЮ ДЕТЕЙ С РАС .....	269
<b>Львова У.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ С ЧИСЛОВЫМ КОМПОНЕНТОМ В РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ .....	274
<b>Лютикова А.И.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ В АЭРОПОННЫХ И ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВКАХ .....	277
<b>Малицкий А.И.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХТАРИФНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ СО СТОРОНЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ.....	282
<b>Малыгин С.Д.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕСИ ТКО И БИОТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ КАМЕННОМУ УГЛЮ (НА ПРИМЕРЕ Г. АРХАНГЕЛЬСКА).....	285

<b>Мамонтов К.И.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	289
<b>Мельков О.О.</b> РАСЧЕТ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ СУХОГРУЗНОГО ТЕПЛОХОДА ТИПА «ШОКША».....	293
<b>Милосердов И.Д.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЯ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ОТ КОЛЕС ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ АВТОПОЕЗДОВ.....	299
<b>Морозкова И.А.</b> СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ БАРБАРИСА 2015-2018 ГОДА СБОРА .....	302
<b>Московкин М.О.</b> ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ УСЛУГ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ.....	304
<b>Мотовилов А.И.</b> ЛЕСНЫЕ ПЛАНТАЦИИ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЫРЬЕМ.....	309
<b>Мотовилов А.И.</b> ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ .....	314
<b>Мотовилов А.И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	318
<b>Назарова А.В.</b> ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИДОВ ДЛЯ КЛИЕНТОВ СЕРВИСА ЛИДОГЕНЕРАЦИИ .....	322
<b>Назарова В.В.</b> КЛАССИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ДЛЯ ИХ РАЗРАБОТКИ .....	327
<b>Насамбаев В.Р.</b> РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ТОНКОЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ .....	330
<b>Нечаева П.В.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ (ПРОГРАММНАЯ) ПОДДЕРЖКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	335
<b>Никонов П.М.</b> ПОДГОТОВКА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АРХАНГЕЛЬСКОГО ЦБК ...	340
<b>Никулин С.В., Бахтин А.А.</b> РОСТ СОСНЫ НА ВЕРХОВЫХ БОЛОТАХ ПОСЛЕ ОСУШЕНИЯ В ЛЕСАХ ЛЕСОПАРКОВОЙ ЧАСТИ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН.....	343
<b>Овчинников М.А.</b> АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДЕЛЬТЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ.....	348
<b>Онякова А.М.</b> КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ АНОМАЛИИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ПРЕДЕЛАХ КАРСКОГО МОРЯ .....	353
<b>Оришин И.С.</b> РАЗРАБОТКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ .....	358

<b>Ошурков Е.С.</b> ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ АДРЕСАНТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОВЕРИЯ АДРЕСАТА К СООБЩАЕМОЙ ЕМУ ИНФОРМАЦИИ .....	361
<b>Паршин А.А.</b> РАЗВИТИЕ БИОЭНЕРГЕТИКИ – КЛЮЧ К МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СНИЖЕНИЮ ПАРНИКОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ ...	366
<b>Пахомова К.В.</b> МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА УРОКОВ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ» В КУРСЕ ФИЗИКИ 9 КЛАССА .....	369
<b>Петров В.И., Подрезов И.М.</b> ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ .....	373
<b>Петрова А.И.</b> ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ЛЕСНОЙ БИОМАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС, МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ, АЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ.....	377
<b>Подосенов М.С.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ .....	379
<b>Полосков К.А.</b> ПОСТРОЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАРОТАЖНЫХ ДИАГРАММ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ.....	382
<b>Поникаровская Н.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ САПОНИТА НА ВЫРАЩИВАНИЕ ОВСА В МОДЕЛЬНОМ ОПЫТЕ.....	386
<b>Попов А.Ю.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПО УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК .....	390
<b>Попова А.А.</b> ОБУЧЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕХВАТКИ ДАННЫХ.....	396
<b>Попова А.В.</b> ЛЕТНИЙ САД – ИСТОРИЧЕСКИЙ ПАРК В ЦЕНТРЕ ГОРОДА.....	401
<b>Попова Н.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕХЭТАЖНОГО ДОМА В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ.....	405
<b>Попова С.В., Старицына С.Ф.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ» .....	410
<b>Поротова О.М.</b> «КОЛЛЕКЦИЯ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА» .....	413
<b>Правдин Н.П.</b> АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ .....	415
<b>Прихна Д.О.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	419
<b>Проценко А.Н.</b> ТИПЫ РЕАГЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИН.....	423
<b>Рачков А.В.</b> МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ПРИВЛЕЧЕНИЯ И УДЕРЖАНИЯ КЛИЕНТОВ .....	426

<b>Рачков А.В. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>430</b>
<b>Рогачева Е.А. РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....</b>	<b>432</b>
<b>Романова А.Р. ЛОГИСТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ .....</b>	<b>435</b>
<b>Романюк К.А. РЕАЛИЗАЦИИ РЕИНЖИНИРИНГА БИЛЛИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ ЖКХ ПРИАКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ .....</b>	<b>440</b>
<b>Рудный Г.К. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ОБЛАЧНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАНОРАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DJANGO FRAMEWORK.....</b>	<b>444</b>
<b>Рычкова О.Я. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>450</b>
<b>Сальников С.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕХОВОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АО ПО «СЕВМАШ» С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....</b>	<b>455</b>
<b>Саурбаева А.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....</b>	<b>458</b>
<b>Семирханов Д.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ.....</b>	<b>463</b>
<b>Созонов В.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕКСТОВЫХ РЕДАКТОРОВ КОДА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-САЙТА ФИРМЫ.....</b>	<b>467</b>
<b>Соловьев В.О. ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО.....</b>	<b>470</b>
<b>Сотников И.А., Шубин Д.А. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕКОНСТРУИРУЕМОМ ЗДАНИИ ОБЩЕЖИТИЯ В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ.....</b>	<b>474</b>
<b>Спиричев В.Д. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЛУЧАЕВ ЭЛЕКТРОТРАВМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ .....</b>	<b>478</b>
<b>Стирманова Р.С. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И АУДИТ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД АРХАНГЕЛЬСК» .....</b>	<b>483</b>
<b>Суханова Л.И. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....</b>	<b>488</b>
<b>Сухарев Е.И. ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И ДАЛЬНОГО СЕВЕРА .....</b>	<b>491</b>
<b>Тартаковская М.В. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСОВ .....</b>	<b>495</b>
<b>Толстикова В.В. К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОПЕРЕВОЗОК.....</b>	<b>498</b>

<b>Топтунов Е.А., Татарский К.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК НА ВЯЗКОСТЬ ПОЛУУПАРЕННОГО ЩЕЛОКА .....</b>	<b>501</b>
<b>Тургунов К.Б. НОВЫЕ КЕРНООТБОРОЧНЫЕ СНАРЯДЫ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИ ОТБОРЕ КЕРНА .....</b>	<b>505</b>
<b>Угланов К.Д. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВОДКИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН .....</b>	<b>509</b>
<b>Усачев И.Л. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ДУПЛЕКСНОЙ СТАЛИ.....</b>	<b>515</b>
<b>Ушакова Е.А. СОВЕТСКИЕ КИНОТЕАТРЫ АРХАНГЕЛЬСКА. ИСТОРИЯ ИХ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>519</b>
<b>Хаккулова Л.Р. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>525</b>
<b>Хамраев У. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОДЧАТОГО ПОКРЫТИЯ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS .....</b>	<b>528</b>
<b>Харин А.Н. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ.....</b>	<b>533</b>
<b>Хасанова А.Р. ВЫБОР МЕТОДИКИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ .....</b>	<b>539</b>
<b>Хламов К.Е. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ АРХАНГЕЛЬСКЕ.....</b>	<b>542</b>
<b>Цыкарев А.Н. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ КОМПАНИИ .....</b>	<b>547</b>
<b>Цыпнятов И.И., Ярков Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА .....</b>	<b>551</b>
<b>Чернышева Е.В., Чесноков Г.С. АНАЛИЗ ВЕТХОГО И АВАРИЙНОГО ЖИЛЬЯ.....</b>	<b>554</b>
<b>Шаршов И.Ю. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВЫХ БЕЗЪЕ.....</b>	<b>556</b>
<b>Шкулева Р.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В МАЛЫХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ .....</b>	<b>561</b>
<b>Щеголихина Ю.Б. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. НОВОДВИНСК.....</b>	<b>565</b>
<b>Элент О.М. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЗАБУРИВАНИЯ БОКОВОГО СТВОЛА .....</b>	<b>569</b>
<b>Юрьев И.С. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ДЕТСКОМ ДОШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ АСКУЭ.....</b>	<b>574</b>

**Абрамова А.А.**

студентка Высшей школы естественных наук и технологий,  
anya-abramova-2019@mail.ru

Научный руководитель: Карякина О.Е., канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биологии человека и биотехнических наук

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ УЧЁТА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ДЕТЕЙ**

Врожденные пороки сердца (ВПС) занимают одно из ведущих мест в структуре заболеваемости детей и подростков, представляя собой неправильно сформированные структуры сердца или сосудов во время развития эмбриона.

По данным Всемирной организации здравоохранения частота ВПС составляет 0,8–1,2 % от всех новорожденных. Ежегодно только в России рождается более 20 тыс. детей с ВПС, которые находятся на втором месте по частоте встречаемости после врожденных пороков нервной системы и занимают первое место по смертности новорожденных и детей первого года жизни. Наиболее часто встречающимися пороками являются дефект межжелудочковой и межпредсердной перегородки, открытый артериальный проток, транспозиция магистральных сосудов, тетрада Фалло, коарктация аорты, стеноз легочной артерии. На указанные пороки приходится более 2/3 всех ВПС [1].

Ранняя диагностика ВПС является крайне важной, поскольку кровообращение плода отличается от кровообращения новорожденного ребенка, поскольку во время внутриутробного развития в сердечно-сосудистую систему не включены легкие. В раннем неонатальном периоде диагностика ВПС может быть затруднена ввиду не специфичности симптомов. Многие, даже критические ВПС в период адаптации новорожденного могут протекать с минимальными проявлениями, либо маскироваться под симптомы других заболеваний [4].

В настоящее время трудно представить диагностику ВПС без применения ультразвукового исследования (УЗИ) не только на уровне крупных диагностических и лечебных центров, но и в городской поликлинике, и в районной больнице. Широкое внедрение в медицинскую практику ультразвуковых методов исследования значительно повысило степень выявляемости данной патологии у детей [2].

Эффективный и качественный учет результатов УЗИ в учреждениях здравоохранения не возможен без применения специализированных программных средств.

Наиболее известной медицинской информационной системой, централизованно реализуемой в медицинских организациях РФ с 2004 года компанией «Решение», является автоматизированная система «Ариадна». В ее основе используется современная система управления базами данных «Oracle», обеспечивающая высокую надежность и скорость работы, позволяя хранить большие объемы информации в течение длительного времени. Встроенный в систему диагностический модуль «УЗИ» позволяет выполнять регистрацию и хранение исследований, врачебных заключений в виде формализованных протоколов или шаблонов, формирование итоговой отчетности [3].

Существует также примеры частных некоммерческих технических решений, которые были разработаны на базе конкретных учреждений здравоохранения для профильных отделений ультразвуковой диагностики в соответствии с потребностями практикующих специалистов.

Н.Б. Куприенко с соавторами (2015) разработала программу для ввода данных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы и почек у детей с ожирением и артериальной гипертензией предназначенную для ввода медицинских данных, позволяющую избежать ошибок ввода данных, подготавливающую их для использования в программе Statistica. Программа предназначена для сбора, хранения и анализа данных инструментальных методов исследования (электрокардиография, кардиоинтервалография, эхокардиография, суточное мониторирование артериального давления, ультразвуковое исследование с доплерографией почек, биоимпедансометрия), а также клинико-лабораторных данных у детей с ожирением и артериальной гипертензией [5].

Авторами А.А. Митюшиным и В.А. Быковским (2014) создан программный модуль для протоколирования и анализа результатов УЗИ. Программа предназначена для записи, хранения, подробного анализа и вывода на печать результатов обследований пациентов. К функциональным возможностям программы относятся: ввод и редактирование данных в протокол исследования; интерактивный анализ сводных таблиц; настройки печати отчетов с возможностью экспорта в различные форматы документов; подробный статистический анализ, а также анализ эхографических изображений [6].

Имеются сведения о программе, предназначенной для учёта, оптимизации и анализа деятельности медицинских организаций, включая государственные учреждения и частные кабинеты УЗИ. К функциям программы относятся: ведение расписания, запись и напоминание о приеме (SMS, E-MAIL), ведение медицинских карт и протоколов УЗИ (в т.ч. фор-

мирование структуры протокола на усмотрение врача), прикрепление снимков [7].

Программа авторов Горбуновой А.В., Санталовой Г.В. (2016) предназначена для статистического анализа структурных изменений сердца по показателям эхокардиографии с использованием матриц  $2 \times 2$ , методов  $\chi^2$ -корреляции, ранговой корреляции. В программе для статистического анализа используются z-факторы показателей эхокардиографии, заранее вычисляемые в процессе работы, а также учитывается отклонение z-факторов в положительную или отрицательную сторону, что позволяет провести более точный расчет данных и дать заключение о морфофункциональных особенностях миокарда в каждой анализируемой группе детей [8].

Результаты проведенного обзора программных средств по учету результатов УЗИ обозначили следующие недостатки рассмотренных аналогов:

- высокая стоимость готовых программных продуктов;
- не полное соответствие функциональных возможностей программ запросам специалистов;
- необходимость интеграции программного модуля в информационную сеть учреждения здравоохранения.

Учитывая вышеизложенное, разработка программного модуля оценки структурно-функциональных параметров сердца у детей первого года жизни по результатам эхокардиографии является актуальной. Структурная схема программного модуля содержит следующие блоки «Форма ввода», «Блок сведений о пациенте» и «Блок учёта параметров эхокардиографии» (рис. 1).

В «Блок сведений о пациенте» регистратор вносит всю необходимую информацию о ребенке (возраст, рост, вес, окружность головы, окружность груди), контактные данные родителей. «Блок учёта параметров эхокардиографии» позволяет вносить развернутый перечень структурных и функциональных параметров сердца, которые регистрируются у ребенка во время проведения УЗИ. Следует отметить, что определение параметров сердца играет важную роль в диагностике и прогнозе заболеваний сердца, а также в выборе и оценке эффективности терапии. Наиболее критический возрастной период у детей – период новорожденности (первые 28 дней), он характеризуется активной перестройкой кровообращения ребенка. Своевременно проведенная эхокардиография и правильное трактование полученных результатов помогают верно поставить диагноз, а, значит, правильно назначить лечение. Полученные данные позволяют формировать новые знания об изменениях сердца в процессе онтогенеза. Чрезвычайно важно систематизировать и сохранить все полученные данные УЗИ. В завершении исследования формируется «Заключение», содержащее по-

лученные результаты, на основании которых врач формирует предварительный диагноз.

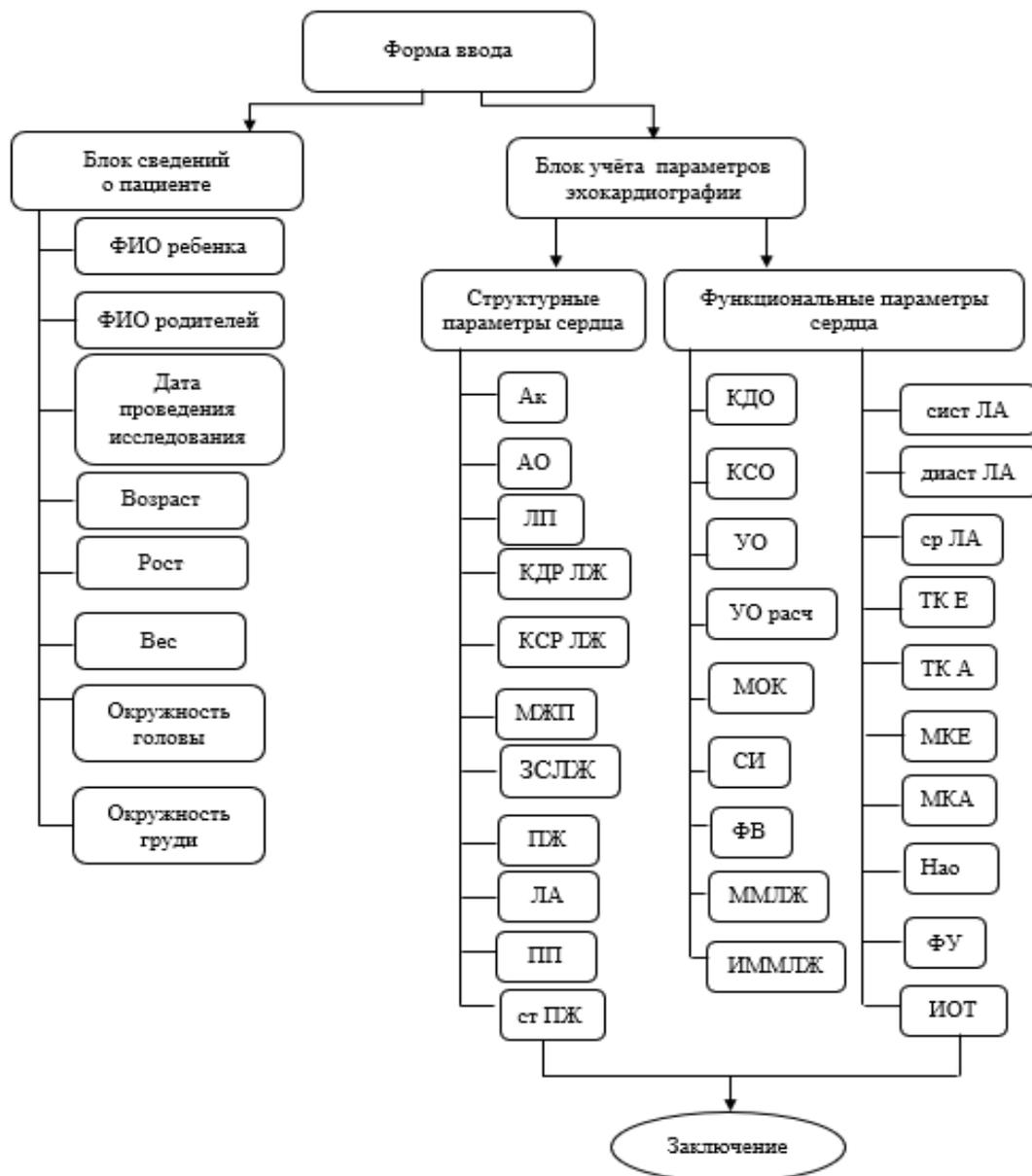


Рис.1. Структурная схема программного модуля оценки структурно-функциональных параметров сердца у детей

К настоящему моменту разработана структура проектируемой программы, технические требования для ее реализации, определен перечень необходимых запросов и отчетных форм. Важнейшим достоинством разрабатываемого модуля является возможность соотнесения вводимых данных с нормативными величинами параметров сердца детей Европейского Севера России, разработанными Крайновой И.Н. и соавторами (2014) [9]. Подобный модуль планируется к использованию на базе отделения функциональной диагностики Архангельской областной детской клинической больницы им. П.Г. Выжлецова.

## Список литературы

1. Глазун, Л.О. Ультразвуковая диагностика врожденных пороков сердца: учеб. пособие для системы послевуз. и доп. проф. образования врачей. Хабаровск: ИПКСЗ, 2013. 186 с.
2. Диагностика сердечных аномалий у плода [Электронный ресурс]. URL: <https://bolezn.info> (дата обращения: 8.01.2020).
3. Медицинская информационная система «Ариадна» [Электронный ресурс]. URL: <https://reshenie-soft.ru/about-system> (дата обращения: 13.01.2020).
4. Пренатальная диагностика пороков сердца [Электронный ресурс]. URL: <https://medaboutme.ru> (дата обращения: 12.01.2020).
5. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ 2015618616. Рос. Федерация. Программа ввода данных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы и почек у детей с ожирением и артериальной гипертензией / Н.Б. Куприенко, С.Б. Анохин, В.А. Барт, Н.Н. Смирнова и соавт. №2014661565; заявл. 17.11.2014; опубл. 20.09.2015.
6. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ 2014616951. Рос. Федерация. Протоколирование и анализ результатов клинических ультразвуковых исследований / А.А. Митюшин, В.А. Быковский. №2014614802; заявл. 22.05.2014; опубл. 20.08.2014.
7. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ 2018616914. Рос. Федерация. Программа автоматизации деятельности медицинской организации «Реестры ЛПУ» / О.М. Лимонова. №2018614831; заявл. 19.04.2018; опубл. 09.06.2018.
8. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ 2016613147. Рос. Федерация. Программа статистического анализа показателей ЭХОКГ у детей / А.В. Горбунова, Г.В. Санталова. №2016610470; заявл. 22.01.2016; опубл. 20.04.2016.
9. Свидетельство о госрегистрации базы данных 2014620221. Рос. Федерация. База данных «ИМБИ-ЭХОКГ» / И.Н. Крайнова, А.В. Грибанов, А.В. Соколовский. №2013621694; заявл. 13.12.2013; опубл. 20.02.2014.

**Аверкиев А.М., Микуров Д.П., Пиличев Н.В.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [tolya.averkiev.99@mail.ru](mailto:tolya.averkiev.99@mail.ru),  
[hyggermouse@gmail.com](mailto:hyggermouse@gmail.com), [pilichevnikita@mail.ru](mailto:pilichevnikita@mail.ru).

Научные руководители: Багрецова Н.В., канд. пед. наук, доцент кафедры английского языка; Соловьев И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

### **KNOWLEDGE OF SPECIAL ENGLISH TO WORK WITH PROFESSIONAL SOFTWARE: APPLICATION OF SOFTWARE SIMULINK IN ELECTRICAL ENGINEERING**

The English language is the language of international science and technology. That is why professional software for engineering applications very of-

ten has only an English version. For example, in electrical engineering there are such programs as OrCAD, which is software in English for printed circuit board designing, and Qucs – program for modeling circuits. Work with such software poses a challenge for the Russian users since it requires knowledge not only of general but of special English. That is why it is important to get certain skills to work successfully with English-language programs. This article describes the experience of a small group of second year undergraduate students majoring in Electrical engineering who were assigned some tasks to be done using one of the specialized electrical engineering programs.

The work objective was to investigate its functions:

- 1) in building simple electrical circuits;
- 2) in building electrical networks;
- 3) in carrying out complex job tasks, such as emergency modeling, selection of wire brand for a high-voltage line, setting a route for laying an electrical cable, etc.

As a result, based on the experience gained recommendations were to be developed that would make the program more accessible for beginners.

Fulfillment of the assignment involved some practical tasks. The first one was software selection. We had to do some screening which involved searching for the information on the Internet. Since the information available in Russian was limited we had to struggle digging for it in English.

The carried out screening showed that there were several programs applicable for the design of electric power systems and electrical devices, including calculation and graphic visualization functions. They are such programs as OrCAD, PSpice, Qucs, Electronics Workbench and so on. However, the range of application of each of them is limited by this or that specific job [1].

The program of our choice became Simulink. The reasons for that were several. First of all, the range of Simulink potential applications matched well our purposes, as it is an interactive tool for modeling, simulating and analyzing dynamic systems. It can be used for making graphical block diagrams of electrical circuits and networks, simulating cases of dynamic processes in systems, for example, a broken line wire in the electrical network. It is also able to help to find ways to increase the efficiency of electrical systems and improve them [2].

The second reason to choose Simulink was that the manufacturer of this program is The MathWorks, famous as the developer of MATLAB (Matrix Laboratory) which is an application package for solving various engineering problems and making technical calculations. MATLAB is a multi-paradigm numerical computing environment and proprietary programming language of the company. MATLAB in its turn allows performing matrix manipulations, plotting of functions and data, implementation of algorithms, creation of user interfaces, and interfacing with programs written in other languages [4]. An advantage of

Simulink is that it can be integrated with MATLAB. The tight integration of the Simulink program with MATLAB enhances its potential allowing to use the capabilities of algorithmization, data analysis and visualization.

Finally, being a commercial product distributed on commercial basis through selling licenses for its use, Simulink is provided free of charge for educational purposes to some universities. NARFU is one of these universities.

The second step of our investigation was practical trial of the integrated programs. As it turned out, both MATLAB and Simulink have only English versions. It means that all elements such as menu, toolbar and user's manual are in English. We tried to find Simulink manuals in Russian but failed. Therefore, there was a huge language barrier on the way of investigating the possibilities of the programs by doing practical tasks as it required knowledge of many terms. That is why it took us a lot of time to understand usage of some vital functions of the program. We had to learn new terms ourselves. Some of them were found in dictionaries and for some we had to ask our teachers for consultation. Figure 1 gives an example of the menu of groups of circuit blocks in the Simulink Library Browser (Figure 1).

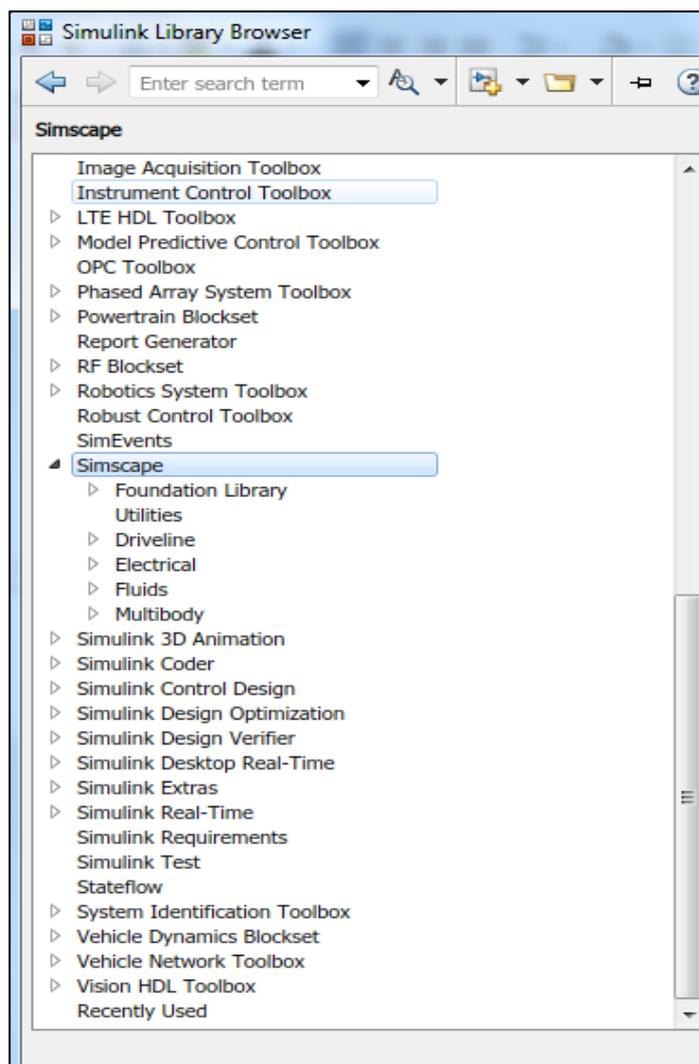


Figure 1. Circuit blocks menu

As for the trial, the first thing to do was to model a simple electrical circuit with the assigned parameters. They included voltage, resistance, capacitance and inductance. We decided to begin our work with studying the program library and the identification of the electrical blocks that we needed for our task. Of great help was that each block was visualized by means of a special symbol (Figure 2).

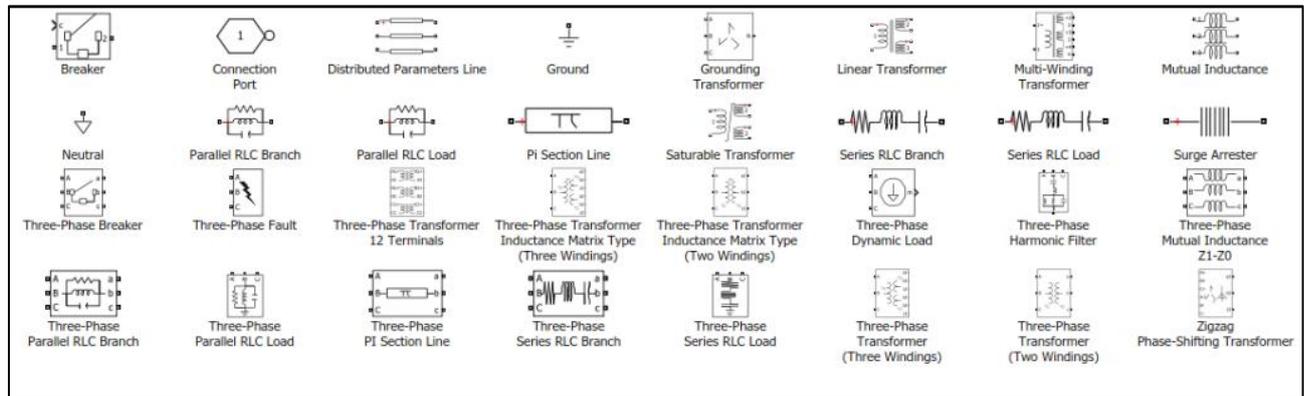


Figure 2. Blocks library

Nevertheless, we had to translate all the block names to select the following ones to design the assigned circuit: Three-Phase Source, Three-Phase PI Section Line, Three-Phase Series RLC Load, Three-Phase V-I Measurement, Current Measurement, powergui, Scope, Step и Display. We also had to find the terms for various parameters to introduce their settings for the assigned calculations. As an example see block parameters (Figure 3).

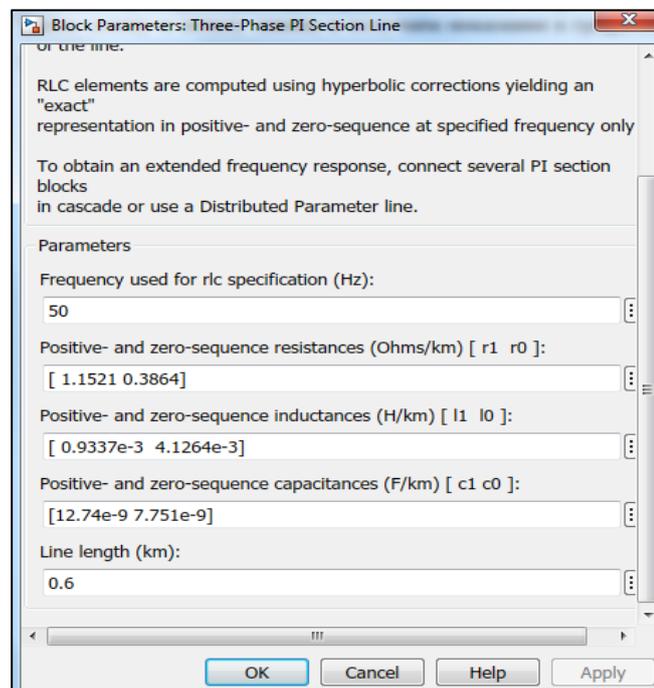


Figure 3. An example of block parameters

The most difficult was to understand the meaning of some complex terms consisting of several words. Here are some of those that we encountered: positive- and zero-sequence resistances (resistance of the line of direct and zero sequence), single PI section (single-phase power line), Phase angle of phase A (phase angle relative to phase A). The next step that we made was to compose the assigned diagram of the electrical circuit connecting the selected blocks.

The overall principle of work with Simulink could be presented as follows:

1. Start Simulink,
2. Click on “create a new model” ,
3. Open the library of blocks,
4. Find and select the required blocks.
5. Connect all blocks in a diagram to create an assigned circuit or a power line
6. Set blocks’ parameters by entering the given numbers
7. Press “play” button and wait for the results
8. Get output (graphs or the calculated value of the variable in question)

The work on the assignment helped us to master English of Electrical Engineering and through it to gain enormous hands-on experience of using professional software Simulink and MATLAB. After quite a long struggle we coped with the terminology and could see the potential of these integrated programs not only for solving virtual problems just for training at the university level, but also for a wide range of real life practical applications useful for small and large energy enterprises. Of course, almost every electric power company wants to optimize its performance, save valuable resources, supplies and materials, to reduce project time frames, to work out the most effective and efficient models for their projects realization. Such projects may involve construction of new or improvement of the existing power lines, systems and networks. Thanks to the flexibility and variability of interfaces, the ability to design and program new blocks and the presence of an impressive library of existing functions, Simulink can provide the best possible solutions.

To summarize our work, we have developed recommendations for beginners about how to work with Simulink. Firstly, one should start with the simplest tasks, not trying immediately to simulate a complex overhead power line or a transformer substation. It is smart to start with simple electrical circuits from the Theoretical Fundamentals of Electrical Engineering course or from the circuit mentioned in this article. At the starting stage it is important to understand the basics of the modeling process and to understand the main functionality of the program. Secondly, one should be prepared to invest time and efforts in mastering the program functions and struggling with the English language. But it is worth doing since the outcomes will amaze. Thirdly, we recommend looking for experience of the others of work with the programs documented in

literature. We managed to come across some university study aids which were very helpful. [3] And the last, but no less important advice is to study professional English, as the program as well as any others, is written in English. With good knowledge of the language, the work and understanding of professional software like Simulink will be greatly simplified.

### Список литературы

1. Павлейно М.А, Ромаданов В.М., Сафронова Ю.Ф., Статуя А.А. Моделирование работы электрических схем в Simulink. – СПб., 2007. – 210 с.
2. Системное моделирование в Simulink [Электронный ресурс] // MATLAB и Simulink центр компетенций компании Mathworks. – Режим доступа: <https://matlab.ru/solutions/mbd/system-design-simulation> (дата обращения: 16.02.2020).
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
4. Школа MATLAB. Урок 1. Моделирование устройств силовой электроники. Основные инструментарии Simulink [Электронный ресурс] // Силовая электроника, 2020. – Режим доступа: <https://power-e.ru/sapr/shkola-matlab-urok-1-modelirovanie-ustrojstv-silovoj-elektroniki-osnovnye-instrumentarii-simulink/> (дата обращения: 16.02.2020).
5. Simulink позволяет смоделировать и выполнить симуляции систем перед переходом на аппаратное обеспечение [Электронный ресурс] // exponenta.ru. – URL : <https://exponenta.ru/simulink#description> (дата обращения: 16.02.2020).

**Аверкиев А.М., Микуров Д.П., Пиличев Н.В., Крыжко Ф.И.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [tolya.averkiev.99@mail.ru](mailto:tolya.averkiev.99@mail.ru),  
[hyggermouse@gmail.com](mailto:hyggermouse@gmail.com), [pilichevnikita@mail.ru](mailto:pilichevnikita@mail.ru), [kryzhko2010@yandex.ru](mailto:kryzhko2010@yandex.ru)

Научный руководитель: Соловьев И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры электро-энергетики и электротехники

### ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

При проектировании электроэнергетических систем и электротехнических устройств используются расчетно-графические программы: OrCAD, PSpice, Qucs, Electronics Workbench и т. п., позволяющие численно и графически решить поставленную задачу. Каждая из этих программ предназначена для решения конкретной задачи, в то время как с помощью программного комплекса Simulink решаются комплексные задачи расчета электроэнергетических систем и электротехнических устройств. Тесная интеграция программы Simulink с пакетом прикладных программ для ре-

шения задач инженерных технических вычислений MATLAB позволяет расширить возможности алгоритмизации, анализа данных и визуализации.

В статье авторы делятся своим опытом работы в программном комплексе Simulink, отмечают его достоинства, а также на примере прикладной электротехнической задачи показывают возможности её функционала.

Достоинствами программы являются:

- Возможность моделирования электрических систем и симуляции нормальных и аварийных режимов работы с отказом от дорогостоящих физических прототипов [1].

- Обширная библиотека электроэнергетических блоков SimPowerSystems, которая позволяет составить требуемую систему и проанализировать её с высокой степенью точности.

- Возможность создания и дальнейшего использования в программе дополнительных блоков с параметрами отличными от библиотечных [2].

- Возможность реализации проектов в понятном, относительно простом графическом окружении блок-схем, предоставляемых Simulink, что экономит оперативную память компьютера, повышает скорость расчета [3].

Работа с данным программным обеспечением позволяет студенту применять теоретические знания в области электротехники в условиях, приближенных к практике и упростит понимание электротехнических дисциплин благодаря интуитивно-понятному интерфейсу. При использовании программного комплекса Simulink есть возможность проводить лабораторные работы виртуально.

Рассмотрим работу программы на примере задачи:

Трёхфазная нагрузка мощностью  $P=20$  кВт,  $\cos\varphi=0,8$  получает питание от воздушной линии, выполненной проводом АС-25, длина линии  $l=600$  м, номинальное напряжение источника питания  $U_{ном}=400$  В. Определить напряжение в конце линии.

Для решения поставленной задачи используем графический подход: из стандартных блоков библиотеки SimPowerSystems в рабочей области программы формируем блок-схему (рис. 1) электрической сети, состоящую из блоков: 1 Источник питания (Three – Phase Source), линия передачи трехфазного тока с сосредоточенными параметрами (Three-Phase PI Section Line), 3 трехфазная симметричная нагрузка (Three-Phase Series RLC Load), используя всплывающие окна задаем параметры блоков, пример всплывающего окна (рис. 2), подключаем измерительные блоки: 4 вольтметр (Three-Phase V-I Measurement), 5 осциллограф (Scope) к контролирующим узлам (концу и началу линии).

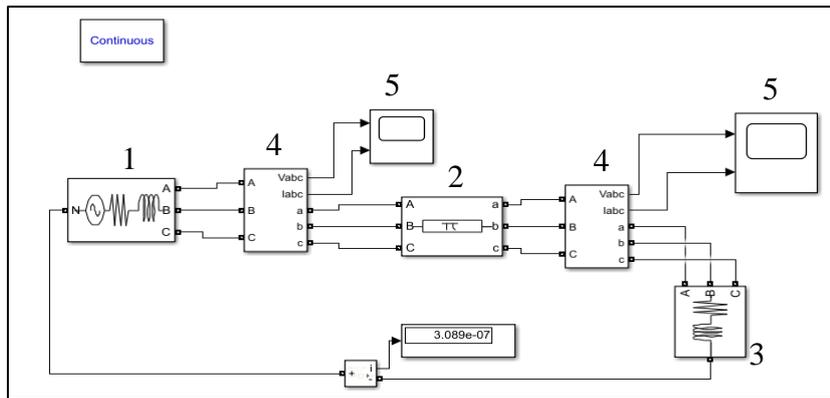


Рис. 1. Блок-схема расчетной цепи

Вводим параметры блока трехфазной линии электропередачи с сосредоточенными параметрами (рис. 2):

- номинальная частота тока в линии – frequency used for *rlc* specification (*Hz*);
- удельные сопротивления линии прямой и нулевой последовательности (*Ом/км*), в векторном виде – positive – and zero-sequence resistance (*Ohms/km*) [ $r_1, r_0$ ];
- удельные индуктивности линии прямой и нулевой последовательности (*Гн/км*), в векторном виде – positive – and zero-sequence inductances (*H/km*) [ $l_1, l_0$ ];
- удельные емкости линии прямой и нулевой последовательности (*Ф/км*), в векторном виде – Positive – and zero-sequence capacitances (*F/km*) [ $c_1, c_0$ ].

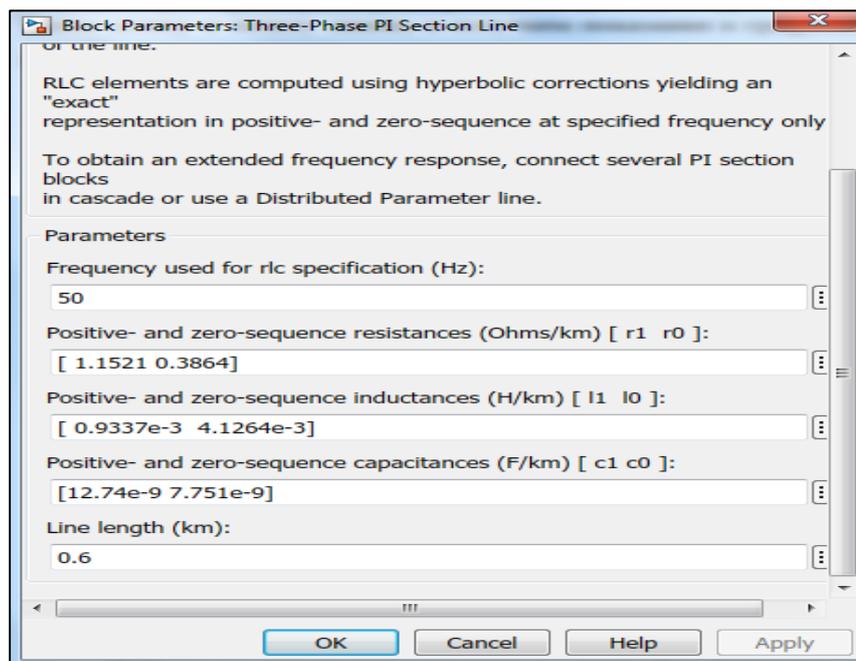


Рис. 2. Параметры линии

Получаем ответ в графическом и численном виде (рис. 3).

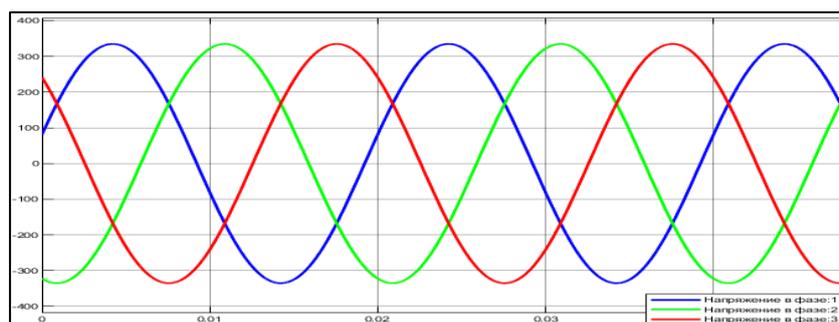


Рис. 3. Показания измерительных приборов

Работа с программным комплексом Simulink позволила определить класс электротехнических задач, решаемых с помощью программы, приобрести навыки моделирования и задания параметров блоков электрической системы. Опыт работы в данной программе позволит в дальнейшем совершенствовать свои навыки и решать более сложные задачи электроэнергетики.

### Список литературы

1. Школа MATLAB. Урок 1. Моделирование устройств силовой электроники. Основные инструментарии Simulink – Силовая электроника. [Электронный ресурс] // Силовая электроника – Журнал о MOSFET и IGBT, силовых трансформаторах и тиристорах, источниках питания, электроприводах: [2020?] Электрон. дан. – Режим доступа: <https://power-e.ru/sapr/shkola-matlab-urok-1-modelirovanie-ustrojstv-silovoj-elektroniki-osnovnye-instrumentarii-simulink/>, свободный (дата обращения: 16.02.2020). – Загл. с экрана.
2. Системное моделирование в Simulink. [Электронный ресурс] // MATLAB и Simulink центр компетенций компании Mathworks. Консультации по продуктам, вопросы лицензирования, покупки и внедрения.: [1993-2020] Электрон. дан. – Режим доступа: <https://matlab.ru/solutions/mbd/system-design-simulation>, свободный (дата обращения : 16.02.2020). – Загл. с экрана.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, СПб.: Питер, 2008. – 288 с.: ил.

**Аданвоесси А.Л.**

магистрант Высшей школы энергетики нефти и газа adanvoessiabdullahi59@gmail

Научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЩЕЛЕВОЙ ПЕРФОРАЦИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ КУМУЛЯТИВНОЙ**

Основная задача вторичного вскрытия скважина, это создание совершенной гидродинамической связи, между скважиной и продуктивной зоны пласта, без деформации обсадных колонн и цементной оболочки. Для этого существует много способов, которые апробированы в разных регионах, для различных типов коллекторов с учета стоимостных показатели. Одним из этих способов, который обеспечивает высокую эффективность вскрытия колонн является гидромеханическая щелевая перфорация (ГМЩП). [1]

Сущность ГМЩП: спускают перфоратор на колонне НКТ, промывают стволу скважин, формируют продольную щель в стенках обсадной колонны возвратно-поступательными движениями колонны, размывают цементное кольцо и породу вокруг сформированной щели гидромониторной струей. Применение этой технологии позволяет, в заданном интервале эксплуатационной колонны сформировать вертикальную щель шириной 10–12мм. При этом, в незатронутой кольматацией части продуктивного пласта включается в работу как поровая, так и трещинная составляющие. В настоящее время, есть возможно подключения продуктивных пластов мощностью до 0,5 метра получением из них рентабельных дебитов нефти, но традиционными способами перфорации, обычно возникает ряд проблем. Рассмотрим как это работает: гидромеханический щелевой перфоратор (рис. 1), состоит из двух главных частей: гидроцилиндра и механизма движения режущего диска. В этом же цилиндре находится два канала. Один для циркуляционный, то есть промывка ствола скважины перед проведением операции и гидромониторный для размывка цементного кольца и каверны в горной породе вдоль щели. При работе режим, промывочный канал перекрывается шаром с поверхности, при этом происходит перепад давления циркулирующей жидкости. На гидромониторной насадке приводит в действие механизм выдвижения и нагружения режущего диска.

После выполнения операции, прекращение циркуляции, возвращает режущего диска в инициальном положение под действие возвратной пружины. Перепускной клапан наверху перфоратор открывается вторым шаром и сбрасывает ее с поверхности после проведения операции. Этот клапан отключает рабочую часть перфоратора и соединяет трубное и затрубное пространства скважины.

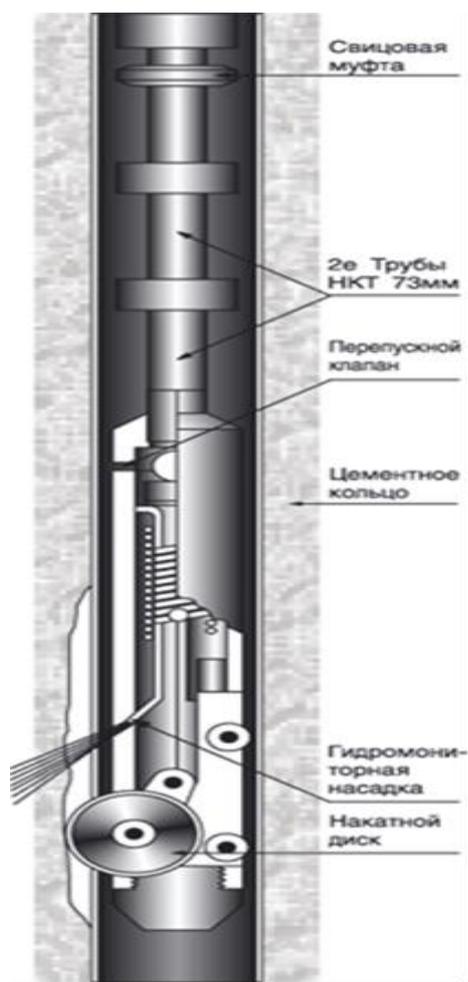


Рис. 1. Гидромеханическая щелевой перфоратор[2]

Если возьмем, например, кумулятивную перфорацию, которая применяется в мировой практике более шестидесяти лет, и более распространенная, то она имеет ряд существенных недостатков: оказывает разрушающее воздействие на цементное кольцо; отсутствует система центрирования, что приводит к образованию некачественных отверстий, имеется вероятность того что не все кумулятивные заряды сработают; система отверстия в эксплуатационной колонне не способна включить в разработку максимальная количество флюидопродяющих каналов и зон дренирования. ГМЩП полностью лишена этих недостатков и имеет следующие преимущества: безопасная технология, отсутствует ударное воздействие на колонну, сохраняется целость цементного кольца ниже и выше интервала перфорации, создается обширная зона вскрытия и объемные каверны, обеспечивается наилучшее сообщение скважин с пластом, облегчает проведение мероприятий по интенсификации добычи и увеличению нефтедачи пласта[2].

Сравнение основных параметров щелевой и кумулятивной перфорации которые представлены в табл. 1 дает нам более информации об эффективности гидромеханическая щелевой перфорации.

Основных параметров щелевой и кумулятивной перфорации

Параметр	ГМЦП с формированием двух щелей	ГМЦП с формированием четырех щелей	Кумулятивные заряды типа Big hole или Пк-105	Кумулятивные заряды типа Deep Penetration или Пк-105
Площадь вскрытия на один погонный метр колонны	0,02-0,024 м <sup>2</sup>	0,04-0,048 м <sup>2</sup>	0,0053 м <sup>2</sup> *	0,022 м <sup>2</sup> *
Глубина проникновения в пласт	0,5-1,0 м	0,5-1,0 м	0,15 м	0,75 м
Геометрия входного отверстия	Щель шириной 10–12 мм	Щель шириной 10–12 мм	Отверстие диаметром до 23 мм	Отверстие диаметром до 12 мм
Фугасность	Отсутствует	Отсутствует	Очень высокая	Высокая

\*При использовании стандартного перфоратора с 12-ю зарядами на фут и успешном срабатывании всех зарядов.

Очевидно, из табл. 1, что ГМЦП более интересно и более рекомендуется при проведении вскрытия скважин, поэтому она предлагается как альтернатива кумулятивной.

Технологический процесс гидродинамической щелевой перфорации включает в себя три этапа: этап 1 – привязка перфоратора, этап 2 – вскрытие колонны и этап 3 – намыв каверны. Перед проведением этими этапами, нужно провести подготовительные работы, которыми служат или могут служить: комплекс геофизических методов, включающих привязку (ГК+МЛМ), шаблонирование эксплуатационной колонны, очистка призабойной зоны с зумпфером не менее 1м, контроль и свабирование после проведения работ. При привязки ГЦМП крепится к колонне НКТ, и спускается до планируемого интервала перфорации. Затем, по гамма каротажу (ГК) осуществляется привязка реперного патрубка перфоратора к заданному интервалу перфорации (рис. 2).

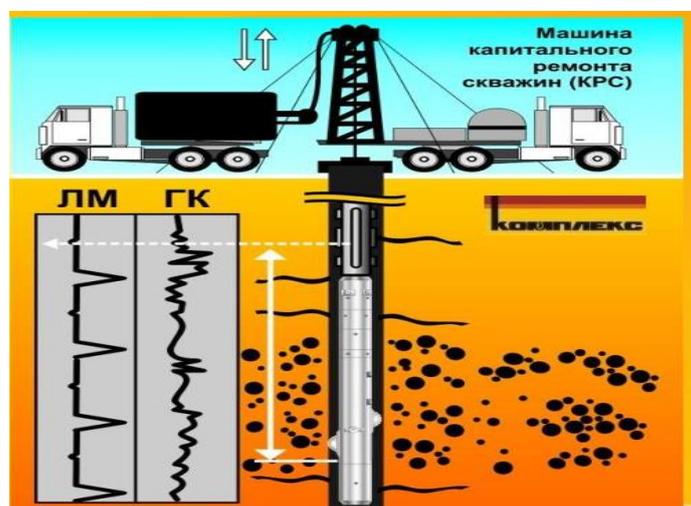


Рис. 2. Привязка перфоратора [1]

Второй этап относится к вскрытию колонны. На этом этапе требуется бригада капитального ремонта скважин, подземного ремонта скважин, включая штатное оборудование и 02 насосных агрегата, способных развивать и стабильного удерживание давление 15 МПа. Процесс вскрытия колонны основан на принципе пластической деформации металла от нагрузки в каждой точке и фиксирует индикатором веса или имеющимся аналогом данного прибора (рис. 3).

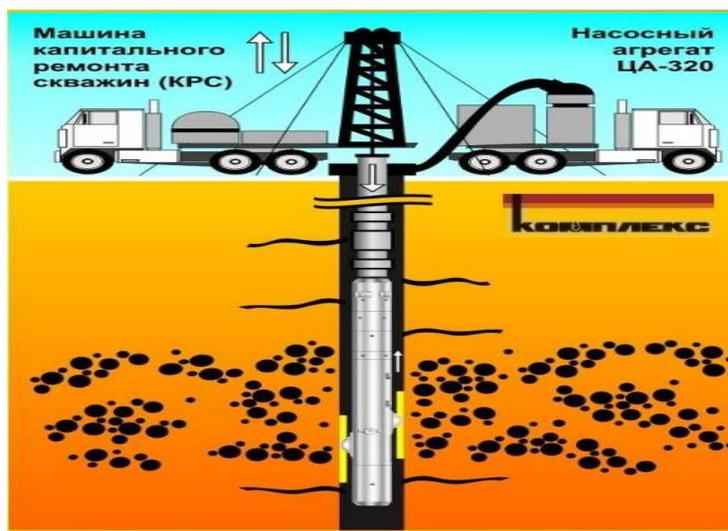


Рис. 3. Вскрытие колонны [1]

После вскрытия колонны, идет этап намывку каверны. Струи гидромониторных насадок перфоратора под высоким давлением размывают цементное кольцо и прилегающую горную породу, образуя фильтрационные каналы глубокого проникновения глубиной от 0,5 м а также каверны в пристволой скважины. Большую пробивную способность гидромониторным насадкам обеспечивает используемая технология поочередного создания двух соседних фильтрационных каналов в наших перфораторах (рис. 4).

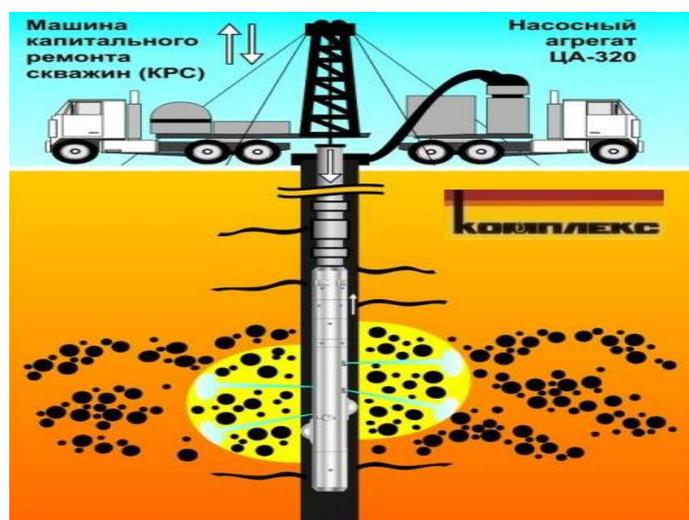


Рис. 4. Намыв каверны [1]

Данная технология (ГМЦП) обеспечивает более качественное вскрытие колонн скважин, так как в сравнении с традиционными способами как кумулятивная перфорация, она дает более интересный результат и имеет преимущества для решения существенных недостатков кумулятивной перфорации. Поэтому она представляется как ее альтернатива на рынке бурения скважин.

### Список литературы

1. ООО Комплекс. «Двухсторонний гидромеханический перфоратор». (Патент № 2230182 от 10 июня 2004г., Патент № 2249678 от 10 апреля 2005 г., Патент № 2327859 от 27.06.2008 г.)

2. Токарев Г.М. «Совершенствование вскрытия продуктивных пластов в сложных технологических» [Электронный ресурс], (Электронный журнал Нефтегазовое дело №1) 2013, 222 с.

**Андреева Н.А., Андреев Р.А., Мотовилов А.И.**

аспиранты Высшей школы энергетики, нефти и газа, newrosya@mail.ru

Научный руководитель: Соловьев И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры электро-энергетики и электротехники

### **КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 0,4–10 КВ**

Процесс передачи электрической энергии от источника питания к потребителю сопровождается потерями мощности и напряжения в активных и реактивных элементах электрической сети, что увеличивает себестоимость, снижает качество электрической энергии и пропускную способность сети.

Значительная часть потерь в распределительной сети обусловлена циркуляцией реактивной мощности между источником питания и электроприемниками. В настоящее время прирост потребления реактивной мощности в распределительных сетях существенно превышает прирост потребления активной.

Анализ потерь электрической энергии за последние пять лет на различных уровнях напряжения в электрической сети Архангельского филиала ПАО «МРСК Северо-запада» (табл. 1) показал, что основная доля потерь энергии приходится на распределительные сети среднего 1–10 кВ и низшего напряжения 0,4 кВ, 25 % и 50 % от общих потерь соответственно [1].

Наблюдаемое снижение потерь (табл. 1) электрической энергии в 2015–2019 гг. произошло за счет сокращения коммерческой составляющей потерь посредством организации всестороннего учета потребляемой электроэнергии. Дальнейшее уменьшение потерь в элементах распределительной сети за счет снижения коммерческой составляющей невозможно, а может быть осуществлено снижением технических потерь, в том числе уменьшением циркуляции реактивной мощности [2]. Поэтому задача снижения потерь энергии посредством снижения перетоков реактивной мощности в сетях среднего и низшего напряжения является актуальной на сегодняшний день.

Таблица 1

Фактические потери электрической энергии в процентах от отпуска электрической энергии в сеть

Год	Фактические потери электрической энергии в процентах от отпуска электрической энергии в сеть, %			
	ВН (110 кВ)	СН1(35 кВ)	СН2(1-10 кВ)	НН(0,4 кВ)
2019	2,46	2,50	5,10	9,34
2018	2,64	1,85	5,01	11,19
2017	2,91	7,11	5,24	8,64
2016	1,46	2,46	6,22	13,39
2015	1,31	2,20	7,40	12,38

Реактивной мощностью передаваемой системой можно управлять, применяя продольную и поперечную компенсацию, путем изменения параметров сети или нагрузки. В распределительных сетях напряжения 0,4–10 кВ сосредоточена основная часть нагрузки, поэтому целесообразно применять поперечную компенсацию.

Незначительные потери активной мощности, отсутствие вращающихся частей, возможность увеличения или уменьшения установленной мощности (автоматическое регулирование по мощности), установки в любой точке сети (на зажимах электрических приемников, шинах низшего или высшего напряжения трансформаторных подстанций) являются основными достоинствами статических конденсаторных батарей. Поэтому в распределительных сетях компенсация реактивной мощности осуществляется посредством данных устройств [3].

Значительную долю нагрузки распределительной сети составляют электроприемники с нелинейными характеристиками, что обуславливает наличие высших гармоник в кривых напряжения и тока и снижение качества электрической энергии. Наличие высших гармоник приводит к дополнительным потерям, снижению производительности и ускоренному износу изоляции электроприемников, а также затрудняют применение статических конденсаторных батарей установок. Последнее связано с тем,

что емкость конденсатора в совокупности с индуктивной нагрузкой образует колебательные контуры с возможностью возникновения резонанса на одной из высших гармоник. Резонансные явления приводят к скачкообразному увеличению тока нагрузки конденсаторных батарей, перегреву изоляции и выхода из строя установки [4].

Использование активных фильтров позволяет исключить высшие гармоники и применить для компенсации реактивной мощности в распределительных сетях напряжением 0,4–10 кВ батареи статических конденсаторов.

Вопросами компенсации реактивной мощности активно занимаются, но еще остается много нерешенных проблем связанных с колебательным характером нагрузки, выбором места установки конденсаторных батарей (оптимальное расположение узлов компенсации реактивной мощности), получением и обработкой информации в on-line режиме. Современные технологические решения, электронные измерительные устройства с функцией синхронизации по времени и современные каналы связи позволяют решить данные задачи. Это и является задачей нашего научного исследования.

#### Список литературы

1. О балансе электрической энергии и мощности//mrsksevzap.ru: портал Архангельского филиала ПАО «МРСК Северо-Запада» URL: [http://www.mrsksevzap.ru/id\\_7balance/](http://www.mrsksevzap.ru/id_7balance/) (дата обращения:10.03.2020).
2. Ахметишин А.Р. Методики энергосбережения и повышения качества электроэнергии в распределительных электрических сетях 0,4–10 кВ на основе глубокой компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2013 г
3. Карагодин В.В., Рыбаков Д.В. Оптимизация размещения устройств компенсации реактивной мощности в распределительных электрических сетях специальных объектов // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 10. С. 823–829.
4. Воротницкий В.Э. «Энергетическая эффективность и компенсация реактивной мощности в электрических сетях. Проблемы и пути решения» // energosovet.ru: информационно-аналитический журнал «Энергосовет». № 47. весна 2017 URL: [http://www.energosovet.ru/bul\\_stat.php?idd=637/](http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=637/) (дата обращения:10.03.2020).

**Аннамырадов Б., Ершова П.А.**

студенты Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [bayramannamyradow20@gmail.com](mailto:bayramannamyradow20@gmail.com), [yershova.polina@mail.ru](mailto:yershova.polina@mail.ru)

Научный руководитель: Коряковская Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизи, робототехники и управления техническими системами

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ В ГОТОВУЮ ПРОДУКЦИЮ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ**

Процесс производства бумаги начинается от подготовки древесного сырья и проходит множество стадий, где за счёт взаимодействия материальных и энергетических потоков происходят необходимые изменения, влияющие на качество готовой продукции.

Последовательные преобразования исходного сырья характеризуются своими показателями качества, указанными в технологических регламентах (ТР) соответствующих производств.

Взаимодействия материальных и энергетических потоков происходит в специальном технологическом оборудовании, на которое имеются инструкции по эксплуатации, требования по безопасности и другая необходимая документация.

Цель работы – моделирование процесса производства бумаги.

Исходные данные – информация о процессе производства бумаги [1].

Методы моделирования – CALS – технологии [2], в основе которых лежит совокупность моделей, сопровождающих продукцию на всех этапах её жизненного цикла.

Методология моделирования – IDEF0 [3], которая широко используется для анализа и реинжиниринга бизнес-процессов предприятий.

Применение выбранных методов для описания химико-технологических процессов можно отнести к новизне исследования.

Обоснование выбора – процессный подход, который лежит в основе методологии IDEF0.

В качестве CASE – средства использована программа Ramus Educational.

Контекстная диаграмма (рис. 1) представляет собой модель «чёрный ящик». Входами модели являются ресурсы (волокнистые полуфабрикаты, электроэнергия, вода, наполнители, пар), которые после преобразований в технологическом оборудовании (механизмах управления), превращаются в товарную продукцию (рулоны бумаги). Стрелки – входы сверху являются управляющими воздействиями – это технологические регламенты, инструкции по эксплуатации оборудования, заданная производительность, требования к качеству конечных продуктов.



Рис. 1. Контекстная диаграмма «Производство бумаги»

Производство бумаги включает множество взаимосвязанных процессов, распределённых в различных цехах целлюлозно-бумажного комбината. В данной работе, рассмотрена модель, состоящая из трёх основных процессов: массоподготовки, системы короткой циркуляции и бумаго-делательная машина (БДМ) (рис. 2).

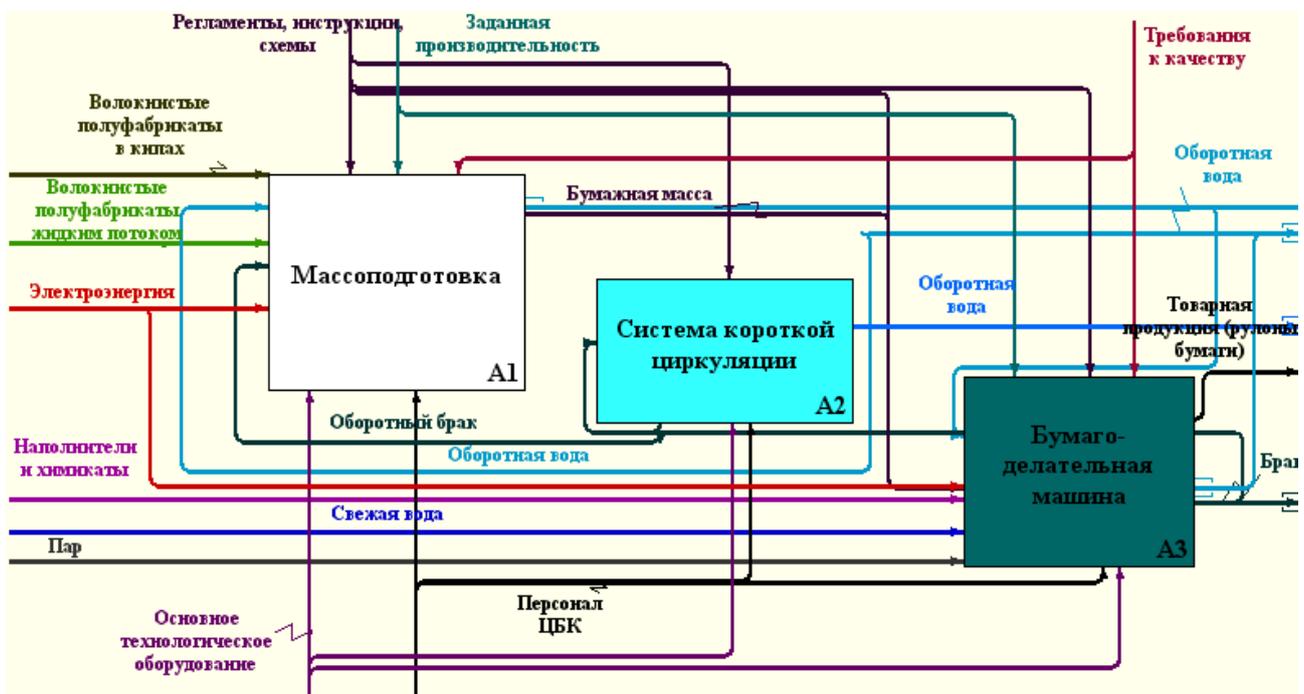


Рис. 2. Диаграмма первого уровня декомпозиции

На вход процесса A1 (массоподготовка) поступают материальные и энергетические потоки: волокнистые полуфабрикаты в кипах, волокни-

стые полуфабрикаты жидким потоком, обратная вода, обратный брак и электроэнергия. На выходе процесса A1: бумажная масса и обратная вода. Бумажная масса, наполнители и химикаты, свежая вода и пар поступают на вход процесса A3 (бумаго-делательная машина).

На выходе процесса A3: товарная продукция, брак и обратная вода.

На вход процесса A2 (система короткой циркуляции) поступают брак и обратная вода. Выходы процесса A2: обратный брак и обратная вода.

На рис. 3 представлены 4 подпроцесса основного процесса «Массоподготовка»: приём, хранение, сгущение (A11), роспуск и хранение (A12), размол (A13), очистка и сортирование (A14).

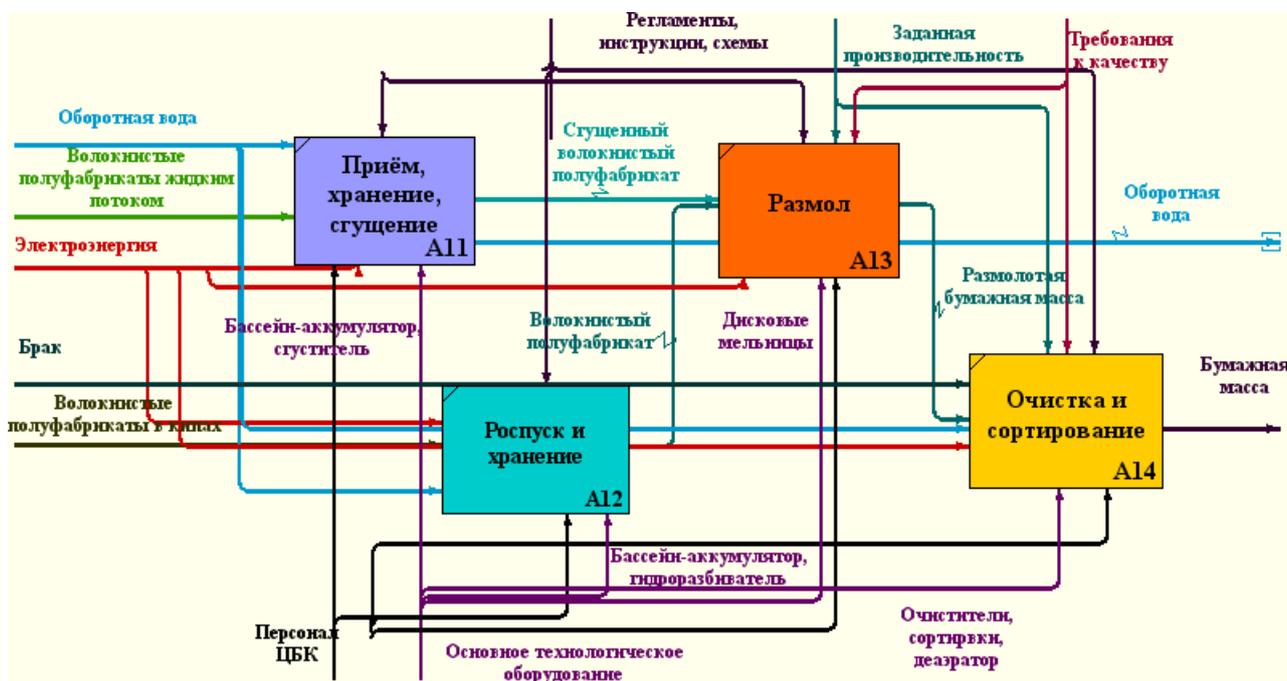


Рис. 3. Диаграмма процесса «Массоподготовка»

Детализированная диаграмма даёт более полное представление о процессе подготовки бумажной массы. Волокнистые полуфабрикаты жидким потоком поступают в бассейн – аккумулятор сгуститель и с помощью процесса A11 преобразуются в сгущённый волокнистый полуфабрикат, который поступает на дисковые мельницы, где осуществляется процесс A13.

Волокнистые полуфабрикаты в кипах и обратная вода поступают в бассейн – аккумулятор гидроразбиватель и с помощью процесса A12 преобразуются в волокнистый полуфабрикат, поступающий на вход A13.

Выходом процесса A13 является размолотая бумажная масса, которая последовательно проходит через очистители, сортировки и деаэрактор

(процесс A14) и преобразуется в бумажную массу, поступающую на БДМ (процесс A3).

На рис. 4 представлены 4 подпроцесса основного процесса «Бумаго – делательная машина»: формование бумаги (A31), прессование (A32), сушка (A33), отделка и упаковка (A34).

В напорный ящик БДМ поступают свежая и обратная вода, бумажная масса, наполнители и химикаты из которого выливаются на формующее устройство, где происходит удаление 20 % влаги (процесс A31). Частично обезвоженное бумажное полотно (БП) проходит через прессовую часть БДМ, где удаляется 50 % влаги (процесс A32). Далее БП поступает в сушильную часть БДМ (процесс A33), где обезвоживается до окончательной влажности 4 %. На продольно – резательных и рулонно-упаковочных станках (процесс A34) производится конечный продукт – рулоны бумаги, требуемого качества.

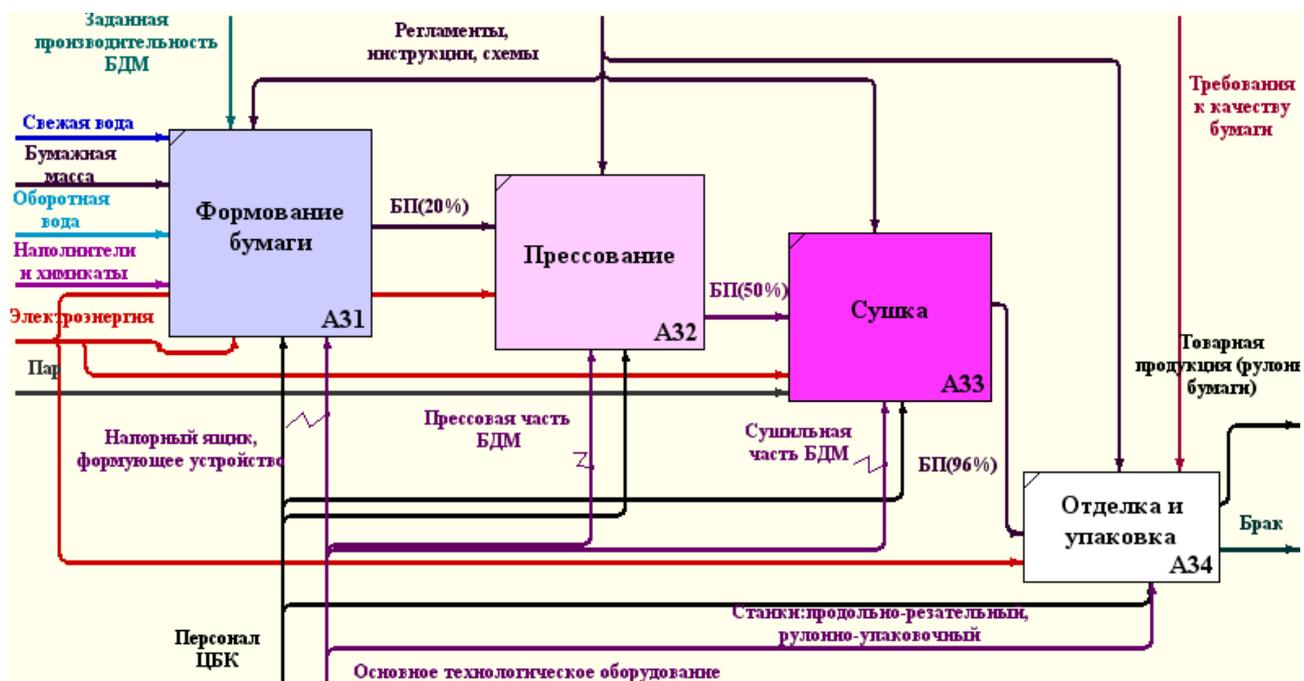


Рис. 4. Диаграмма процесса «Бумаго-делательная машина»

Полученная модель производства бумаги в формате IDEF0, даёт наглядное представление обо всех процессах физико-химических преобразований исходного сырья в продукцию заданного качества. Модернизация механизмов управления может внести улучшающие воздействия, повысить производительность производства, снизить экономические затраты.

### Список литературы

1. Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона [Текст] / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии // Информационно-

технический справочник по наилучшим доступным технологиям // Москва. Бюро НТД 2015 г.

2. Юрчик, П.Ф. Применение Web и CALS технологий на предприятии [Текст]: учеб. пособие / П.Ф. Юрчик, В.Б. Голубкова. – М.: МАДИ, 2018. – 112 с.

3. Безменова Н.В. Методология концептуального моделирования IDEF0 в инструментальной среде VPWin (на примере жизненного цикла двигателя летательного аппарата) [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Безменова, С.А. Шустов. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. – 64 с.

### **Астафурова Н.В.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [astafurova.n98@yandex.ru](mailto:astafurova.n98@yandex.ru)

Научный руководитель: Коряковская Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации, робототехники и управления техническими системами

## **МОДЕЛЬ ДРЕВЕСНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА**

Целлюлозно-бумажное производство включает в себя множество технологических процессов, распределённых во времени и пространстве. Выпускаемая продукция – различные сорта целлюлозы и бумаги, востребованы потребителями на рынке. Конкуренция требует непрерывного улучшения качества продукции, а значит контроля и реинжиниринга бизнес-процессов предприятия.

Традиционно, описание химико-технологических процессов (ХТП) представляется в технологических регламентах производств и сопровождается технологическими схемами, на которых условно изображены материальные и энергетические потоки и оборудование. Читать такие схемы могут узкие специалисты, имеющие образование химика-технолога.

Очевидно, что для оптимизации производства, желательно, чтобы с информацией о различных аспектах технологии могли оперативно ознакомиться энергетики, экономисты, инженеры по автоматизации. В некоторых случаях, с целью сохранения коммерческой тайны, подробности о характеристиках сырья и оборудования необходимо скрывать, используя модели типа «чёрный ящик» [1].

Новизна исследования заключается в применении современных методологий моделирования бизнес-процессов для описания ХТП.

Объект исследования – древесно-подготовительный цех (ДПЦ) целлюлозно-бумажного комбината.

Предмет исследования – моделирование процессов объекта.

Методы исследования – процессный подход, методология IDEF0.

Исходные данные – технологический регламент ДПЦ – 3 ОАО «АЦБК».

Цель работы – построение модели древесно – подготовительного производства с помощью CALS – технологий [2].

Диаграмма A0 (рис. 1) представляет собой модель «чёрный ящик». Материальные потоки на входе: древесное сырьё, электроэнергия, вода. Продукция производства или материальные потоки на выходе: щепы в варочный цех, древесное топливо (ДТ) на сжигание в корьевой котёл тепловой электростанции ТЭС–3. Управляющие воздействия, определяющие нормы, задания и требования к качеству продукции: регламенты, стандарты, инструкции, требования к качеству щепы и ДТ, заданные производительности. Механизмы управления: персонал комбината и технологическое оборудование.



Рис. 1. Контекстная диаграмма «Древесно-подготовительный цех»

Из диаграммы нулевого уровня следует, что ДПЦ–3 производит два вида продукта регламентированного качества, которые являются входами на другие стадии процесса производства бумаги. Поэтому, было принято решение, следующий уровень декомпозиции разбить на два процесса: подготовка древесины к процессу варки, подготовка коро-древесных отходов (КДО) к сжиганию (рис. 2). Детализация этих процессов показана на рис. 3, 4.

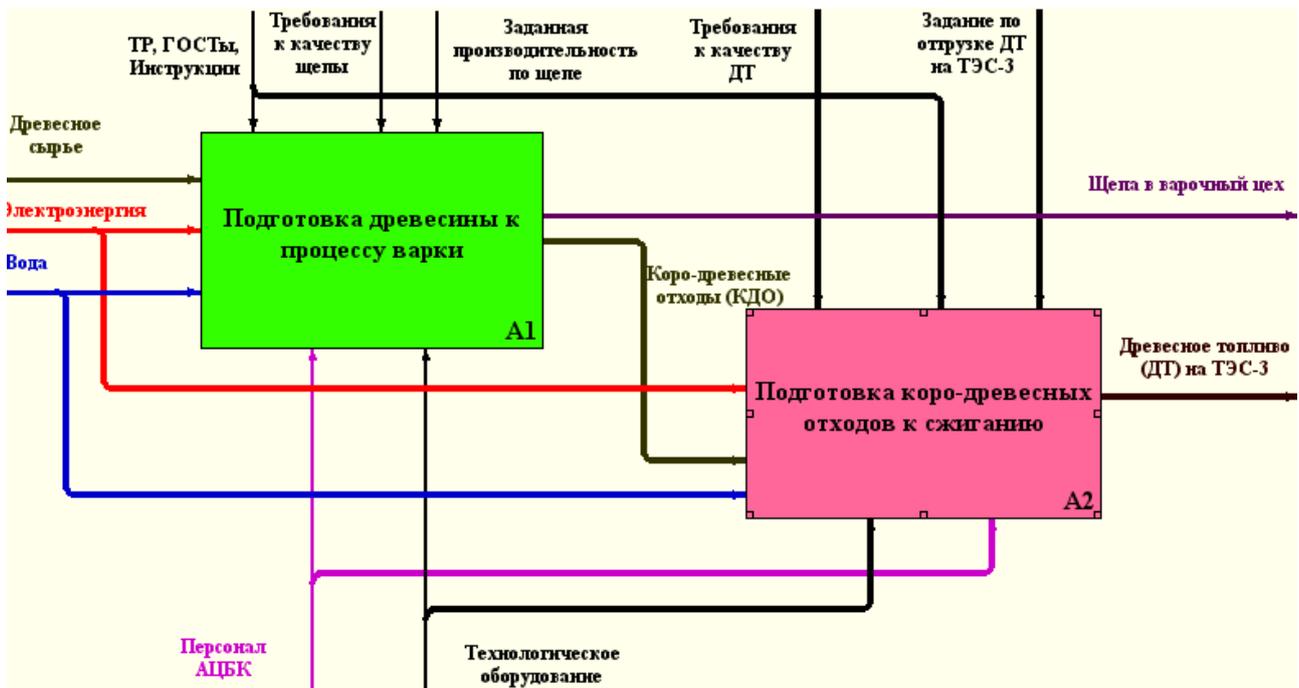


Рис. 2. Первый уровень декомпозиции

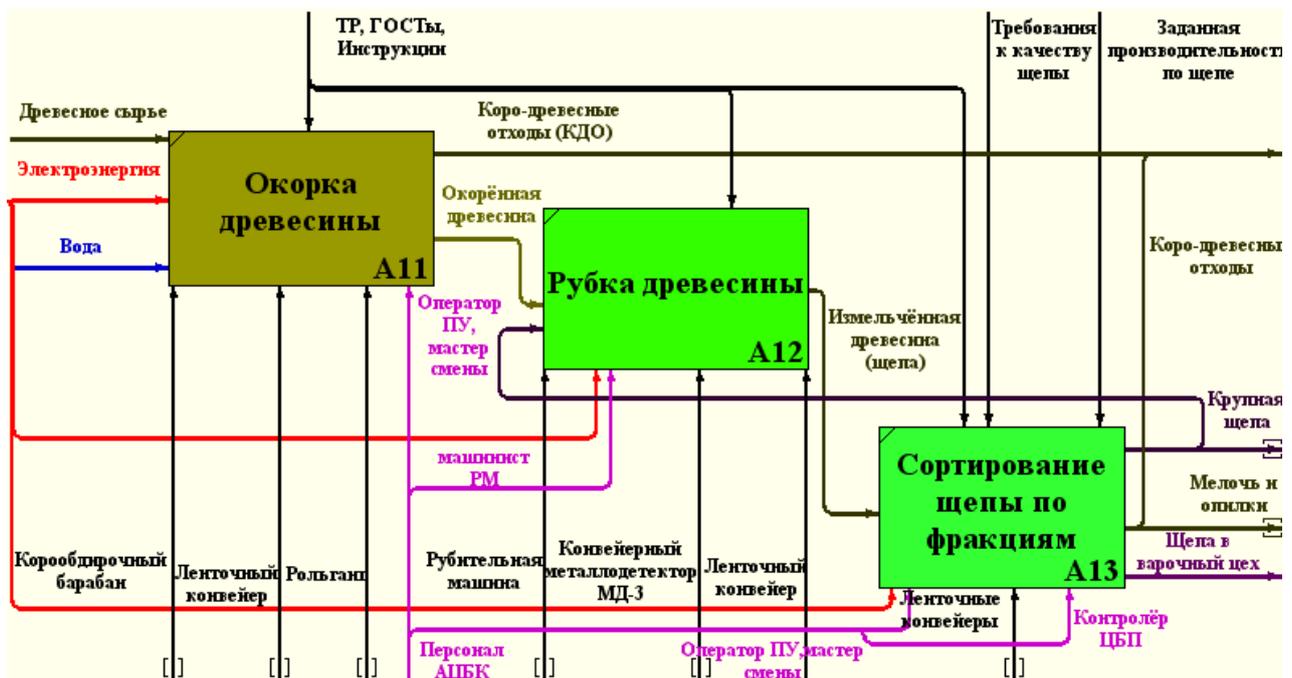


Рис. 3. Декомпозиционная диаграмма «Подготовка древесины к процессу варки»

Стрелки входов, выходов, управления и механизмов описываются в словарях стрелок, где подробно указаны характеристики материальных потоков, документов, оборудования и персонала.

Используя диаграмму (рис. 3) и словарь стрелок, можно дать следующее описание процессов преобразования древесного сырья в щепу.

Древесное сырьё породного состава берёза, осина, длиной от 3,8 м до 6,2 м с помощью ленточных конвейеров подаётся в корообдирочный

барабан. Для интенсификации процесса окорки в «глухую» секцию барабана непрерывно подается теплая вода с температурой 40...45 °С.

Окоренная древесина ленточным конвейером и последующим рольгангом подается на измельчение в рубительную машину.

Измельчённая древесина (щепа) поступает на две сортировки, где разделяется на фракции. Крупная щепа возвращается на процесс рубки для доизмельчения. Мелочь и опилки в склад КДО.

Щепа, соответствующая требованиям качества, регламентируем ГОСТ 15815-83, длиной 15...25 мм, толщиной не более 5 мм по системе ленточных конвейеров подаётся в варочный цех.

Используя диаграмму (рис. 4) и словарь стрелок, можно дать следующее описание процессов преобразования КДО в древесное топливо.

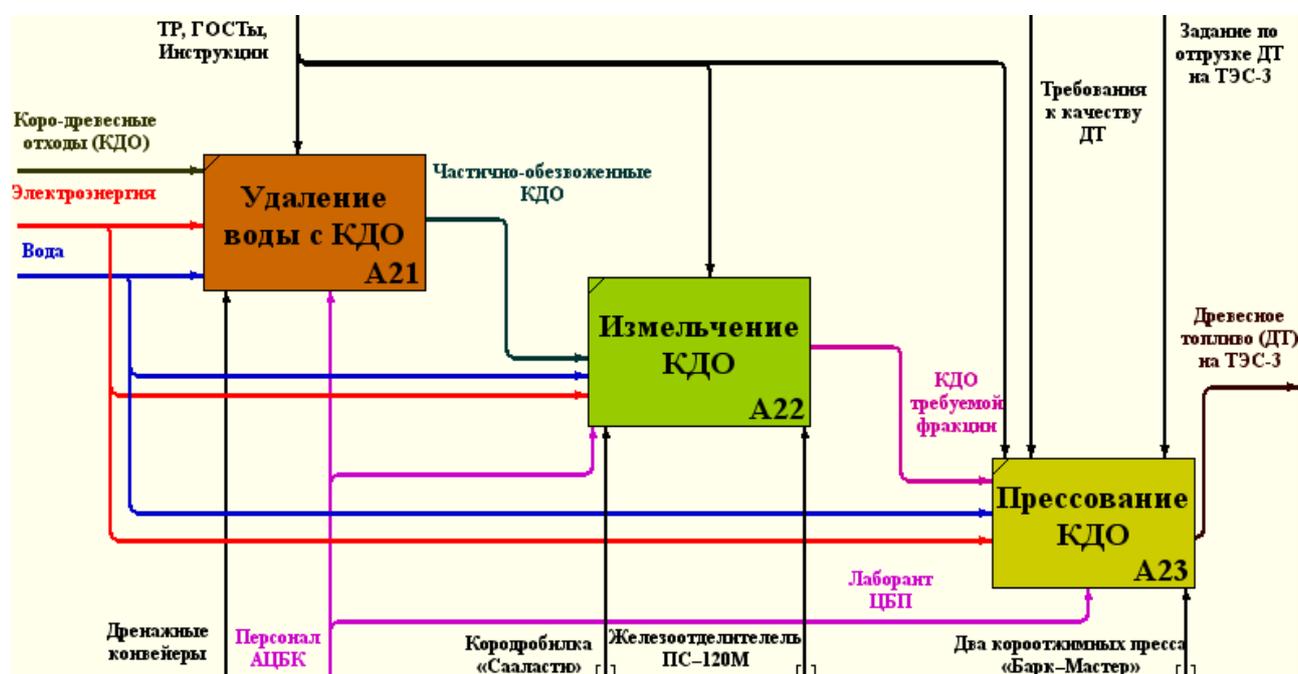


Рис. 4. Декомпозиционная диаграмма «Подготовка коро-древесных отходов к сжиганию»

Из корообдирочных барабанов (процесс А11, рис. 3) КДО вместе с водой подаются на дренажные конвейеры, на которых производится их частичное обезвоживание (процесс А21, рис. 4). Частично-обезвоженные КДО направляются на измельчение в кородробилку «Сааласти», предварительно пройдя под подвесным саморазгружающимся железоотделителем ПС–120М, где происходит отделение и снятие присутствующих в древесных отходах металлических включений.

КДО требуемой фракции после измельчения (сумма трех сторон менее 150 мм – не менее 85 %, сумма трех сторон менее 200 мм – не более 15 %) подаются в два короотжимных прессы «Барк–Мастер», где обезвоживаются до требуемой ТУ 0251-043-00279195-2015 влажности, а именно,

56 % для хвойной древесины и 53 % для лиственной. Древесное топливо заданного качества транспортируется в ТЭС–3 на сжигание.

Применение методологии моделирования IDEF0 для описания химико-технологических процессов позволяет:

- проводить анализ физико-химических превращений исходного сырья на разных стадиях ТП;
- анализировать применяемое технологическое оборудование;
- знать используемые нормативные документы;
- видеть ответственных за контроль технологических параметров;
- вносить улучшения в процессы с помощью изменения механизмов управления.

### **Список литературы**

1. Блинков Ю.В. Основы теории информационных процессов и систем [Текст] / Ю.В. Блинков// учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 230201 «Информационные системы и технологии» / – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2011. – 183 с.

2. Юрчик, П.Ф. Ю833 Применение Web и CALS технологий на предприятии: учеб. пособие [Текст] / П.Ф. Юрчик, В.Б. Голубкова. – М.: МАДИ, 2018. – 112 с.

**Асташев Д.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, astashev.d@edu.narfu.ru

Научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ПРОТЕКАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФАЗОВЫХ ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

В процессе разработки нефтяных месторождений наступает момент, когда собственной энергии пласта не хватает для обеспечения притока флюида в скважину. В таком случае применяют технологии заводнения пластов (вторичные методы добычи нефти). При этом большое значение имеет такой параметр, как фазовая проницаемость горных пород.

Проницаемость является одной из важнейших характеристик горных пород, она характеризует их способность пропускать через себя жидкости, газы и их смеси при перепаде давления. Под фазовой (или эффективной) проницаемостью понимают проницаемость породы для отдельного флюида при фильтрации многофазных систем. Также существует понятие отно-

сительной фазовой проницаемости (ОФП), определяемое как отношение фазовой проницаемости к абсолютной.

Представления теории перколяции позволяют провести оценку фазовых проницаемостей путем описания строения порового пространства. При этом рассматривают отдельные проводящие каналы, которые объединяют в кластеры [1].

## ТЕОРИЯ ПЕРКОЛЯЦИИ

Теория перколяции (теория протекания) – математическая теория, используемая в физике, химии и других областях для описания возникновения связанных структур в случайных средах (кластерах), состоящих из отдельных элементов [5].

Согласно [4], исторически теория перколяции восходит к работам Флори и Стокмайера (1943), которые рассматривали процесс образования гелей при полимеризации. Однако, чаще всего начало теории протекания связывают с работой английских ученых Бродбента и Хаммерсли, опубликованной в 1957 г.

Наиболее распространенными задачами данной теории являются решеточные задачи: задача узлов и задача связей. Исходя из названия, очевидно, что при решении данных задач среда представляется в виде дискретной решетки. Классическим примером такого рода задачи является металлическая решетка, подключенная к электрической сети. Далее случайным образом блокируют узлы (связи) решетки. Если все узлы окажутся заблокированы, ток по решетке не протекает (сама решетка при этом является моделью изолятора). В противном случае по проводящим связям через открытые узлы может идти ток, – тогда решётка моделирует проводник.

Перколяционный переход (являющийся геометрическим аналогом перехода проводник-изолятор) произойдет при определенном критическом значении вероятности проводимости узла (или связи) [1]. Данное критическое значение носит название критической вероятности или порога протекания. Здесь необходимо отметить, что для решетки конечных размеров значение порога протекания может принимать различные значения. Однако в случае бесконечной решетки, которая наиболее адекватно соответствует реальным природным объектам, число элементов в которых очень велико (в нашем случае – число пор в объеме горной породы), порог протекания является величиной постоянной [2].

## ПЕРКОЛЯЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Описание процесса переноса нескольких фаз в реальных геологических породах основывается на введении эффективных усредненных макрохарактеристик для микроскопически гетерогенных пористых сред. На

практике их определение производится преимущественно прямыми экспериментальными методами, которые являются довольно сложными и продолжительными.

Одномерные теоретические модели являются слишком упрощенными и не позволяют в полной мере объяснить опытные данные. Для получения более адекватного описания следует применять пространственные решеточные модели структуры порового пространства [2].

В работе [2] рассмотрены методы построения функций ОФП. Рассматривается вытеснение смачивающей жидкости несмачивающей в пористой среде, при этом обе жидкости считают несжимаемыми и вязкими. Пористая среда представляется в виде кубической решетки, узлами которой являются поры. Узлы соединены между собой связями (капиллярами) с различной проводимостью.

Также в работе приведено описание обобщенной модели зернистой среды в случае фильтрации двух флюидов с близкими значениями вязкостей (вода и нормальная нефть). Опуская математические преобразования, фазовая проницаемость  $i$ -ого флюида примет следующий вид:

$$K_i = \begin{cases} \max(\sigma_1, \sigma_2), \int_0^{\infty} f_i(r) dr \geq \frac{D}{z(D-1)} ; \\ 0, \int_0^{\infty} f_i(r) dr < \frac{D}{z(D-1)} , \end{cases}$$

где  $K_i$  – фазовая проницаемость  $i$ -ого флюида,  $\sigma_i$  – проводимость решетки,  $f(r)$  – функция плотности распределения поровых каналов по радиусам,  $z$  – число узлов в решетке,  $D$  – размерность решетки

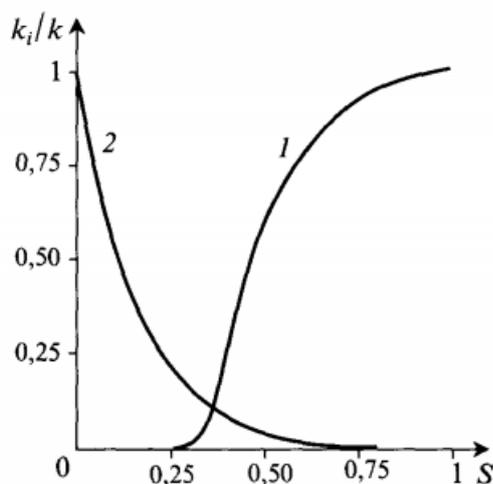


Рис. 1. Кривые ОФП: 1 – для воды, 2 – для нефти

Вышеуказанные зависимости справедливы для пород-коллекторов с зернистой структурой порового пространства, например для песчаников.

В работе [3] приведены зависимости для расчета проницаемостей пород с кавернозной и трещиноватой структурой порового пространства, а также получена связь пористости и проницаемости:

$$K \sim m^3$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение методов теории перколяции позволяет проводить оценку фазовых проницаемостей различных пород-коллекторов, что очень важно в процессе разработки месторождений нефти. Развитие информационных технологий позволяет проводить расчеты перколяционных моделей с высокой степенью точности, что вкупе с экспериментальными методами определения проницаемости, будь то лабораторные исследования керна, ГДИС, каротаж, может повысить эффективность разработки.

## Список литературы

1. Галечян, А.М. Перколяционный анализ гистерезиса фазовых проницаемостей при двухфазном течении в нефтяных коллекторах [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. физико-математических наук: 01.02.05 / Галечян Артур Михайлович; [Место защиты: Российский гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина]. – Москва, 2018. – 92 с.
2. Кадет, В.В. Методы теории перколяции в подземной гидромеханике. – М.: Изд-во ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 96 с.
3. Кадет, В.В. Перколяционный анализ гидродинамических и электрокинетических процессов в пористых средах: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 256 с. – (Научная мысль).
4. Тарасевич, Ю.Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы: Учебное пособие. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 112 с.
5. Теория перколяции [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D0%B8) (дата обращения: 12.03.2020).

**Баганова А.А., Дьякова В.В.**

студенты Высшей школы естественных наук и технологий, [baganova.a@edu.narfu.ru](mailto:baganova.a@edu.narfu.ru),  
[lerradyakova@yandex.ru](mailto:lerradyakova@yandex.ru).

Научный руководитель: Севастьянова Ю.В., канд. техн. наук, доцент, директор Инновационно-технологического центра «Современные технологии переработки биоресурсов Севера»

## **ВЛИЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОПИТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ВЫСОКОГО ВЫХОДА**

*Введение.* Рост спроса на картонную тару привел к получению полуфабриката с повышенным выходом и высокими показателями физико-механических свойств, на производство которого требуется меньший расход химикатов [1]. В настоящее время производство данного полуфабриката по сульфатному методу развивается преимущественно в направлении получения ЦВВ. Этот полуфабрикат применяется для оберточных и мешочных видов бумаги, в производстве флутинга, а также в композиции основного (нижнего) слоя крафт-лайнера и других картонов.

Сульфатная ЦВВ, которая используется в композиции тарного картона, представляет собой смесь двух видов волокон, которые определяют ее физико-механические свойства. Так же для данного полуфабриката в производственных условиях наблюдается вариация характеристик, которую можно объяснить нестабильностью качества щепы. Вследствие этого щепы проваривается неравномерно и число Каппа волокон, определяющих свойства полуфабриката, изменяется в достаточно широких пределах [2].

Целлюлоза высокого выхода – волокнистый полуфабрикат из хвойной древесины с выходом от 55 % до 65 %, который содержит повышенное количество лигнина и гемицеллюлоз, так как не подвергается дальнейшей отбелке. Свойства и применение целлюлозы высокого выхода на прямую зависят от выхода, породы древесины и способа производства [3].

По данным исследований физико-механические свойства ЦВВ зависят от ее выхода: чем меньше выход, тем лучше свойства. ЦВВ обладает оптимальными свойствами при выходе 50–56 %. Сульфатная ЦВВ из хвойной древесины в зависимости от выхода и степени делигнификации имеет различную прочность. При содержании лигнина около 9 % наблюдается максимальная прочность, а при уменьшении остаточного содержания лигнина (числа Каппа) прочность волокон целлюлозы несколько снижается [4].

Целью данного исследования является изучение влияния выхода полуфабриката и условий варки на физико-механические свойства сульфатной хвойной ЦВВ, полученной на варочных установках типа «Камюр» различных конструкций. Для достижения данной цели исследования решались следующие задачи:

- 1) Анализ влияния условий варки и выхода хвойной ЦВВ на основные прочностные характеристики лабораторных образцов лайнера;
- 2) Анализ влияния условий варки и выхода хвойной ЦВВ на деформационные характеристики лабораторных образцов лайнера.

*Методическая часть.* Для проведения исследования были подготовлены образцы целлюлозы высокого выхода одного из предприятий отрасли. На данном предприятии установлены варочные котлы типа «Камюр» различных конструкций – без пропиточного резервуара (котлы А и С) и с пропиточной камерой (котел В). Исходная степень помола хвойной ЦВВ после ступени горячего размола 12...14 °ШР. Для достижения степени помола 20...22 °ШР размол проводили на лабораторной мельнице ЦРА при концентрации массы 6 %. Процесс размола контролировали путем определения степени помола массы. Подготовка проб к испытаниям и определение степени помола массы проводили согласно ГОСТ 14363.4-89. Изготовление лабораторных образцов производилось на листоотливном аппарате системы «RAPID–KOTHEN». Масса отливок соответствовала массе волокна в готовом картоне с массой 1 м<sup>2</sup> 125 г. Прессование отливок осуществляли с помощью прессового валика аппарата. Сушка велась при температуре 105±5 °С в вакуум-сушилках листоотливного аппарата. Перед испытаниями образцы кондиционировались согласно ГОСТ 13523-78 в условиях постоянной влажности воздуха равной 50±2 и постоянной температуре 23±1 °С.

Испытания образцов проводили в тех же атмосферных условиях, при которых осуществлялось кондиционирование образцов.

Показатели качества лабораторных образцов определяли по стандартным методам: толщину образца по ГОСТ 27015-86 на приборе микрометр цифровой SE 250 с цифровым блоком регистрации. Измерение выполняли на отдельных образцах бумаги при толщине свыше 0,05 мм и ширине образца 250 мм.

Соппротивление продавливанию проводили по ГОСТ 13525.8-86 на приборе L&W Bursting Strength Tester-CODE180. Разрушающее усилие при сжатии кольца (RCT) выполняли по ГОСТ 10711-97. Определение сопротивления сжатию по методу *SCT* выполняли согласно ISO 9895. Испытания проводили на приборе L&W Compressive Strength Tester STFI-CODE 152.

Изучение деформационных характеристик целлюлозно-бумажных материалов принято проводить по кривой зависимости «напряжение-деформация» (« $\sigma$ - $\epsilon$ »). Данная кривая получается путем обработки индикаторной диаграммы «нагрузка – удлинение» («P- $\Delta l$ ») при статических испытаниях на растяжение на разрывных машинах, оснащенных устройством для регистрации изменения нагрузки и деформации образца в процессе испытания.

Испытания производили на лабораторном испытательном комплексе, который включает в себя разрывную машину ИП5158-0,5Б и ПЭВМ. Данные регистрируются для пяти параллельных испытаний образцов. Возможно проведение испытания для еще нескольких образцов для исключения вылетов [6].

При выполнении математической обработки на ПЭВМ экспериментальных кривых «нагрузка-удлинение», полученных при параллельных испытаниях построение средней кривой производится автоматически, с возможностью ручной корректировки, и выводится на монитор компьютера. Результаты расчетов предоставляются в виде таблицы Excel [7]. Результаты исследования приведены в таблицах, представленных ниже.

*Экспериментальная часть.* Результаты испытаний лабораторных образцов хвойной сульфатной ЦВВ после статистической обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики прочности и деформативности сульфатной хвойной ЦВВ

Котел	выход, %	L, м	П, кПа	RCT, Н	SCT, кН/м	S <sub>t</sub> , кН/м	σ <sub>p</sub> , МПа	TEA, Дж/м <sup>2</sup>	ε <sub>p</sub> , %	E <sub>1</sub> , МПа
<b>Число Каппа 75-85</b>										
Котел С	56,9	8440	790	215	3,84	808,4	62,24	191,61	2,91	890
Котел А	57,9	8400	802	222	3,85	822,0	61,01	189,61	2,91	870
Котел В	56,6	8900	860	250	3,93	779,1	63,72	233,12	3,18	1300

Тенденцией в производстве сульфатной хвойной целлюлозы является использование предварительной пропитки щепы. Проведение предварительной пропитки щепы варочным щелоком улучшает глубину и однородность провара и, как следствие, ведет к повышению деформативности и прочности полуфабриката, используемого в композиции тарного картона.

Таблица 2

Влияние выхода на свойства ЦВВ при разной степени провара

Котел	выход, %	L, м	П, кПа	RCT, Н	SCT, кН/м	S <sub>t</sub> , кН/м	σ <sub>p</sub> , МПа	TEA, Дж/м <sup>2</sup>	ε <sub>p</sub> , %	E <sub>1</sub> , МПа
<b>Число Каппа 75-85</b>										
Котел В	56,6	8900	860	250	3,93	779,1	63,72	233,12	3,18	1300
<b>Число Каппа 100-110</b>										
Котел В	61,5	7580	745	255	3,71	825,3	52,46	150,6	2,57	815

Что же касается прочностных и деформационных показателей, то они изменяются незначительно также как разрывная длина (рис. 1).

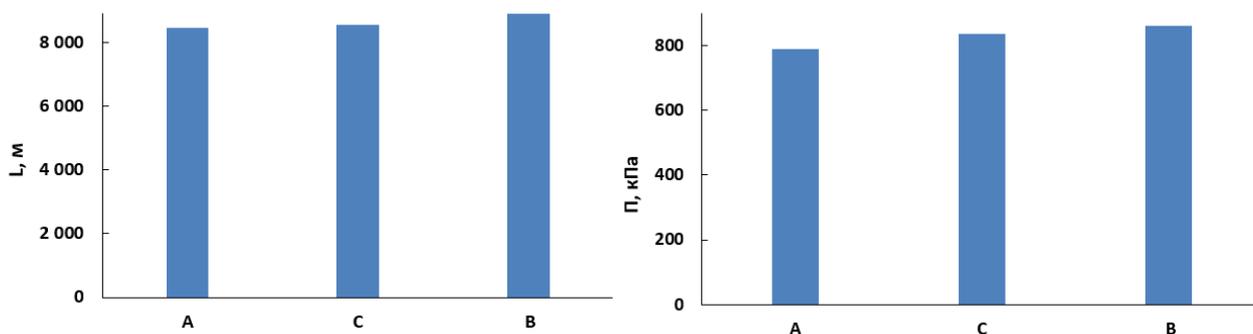


Рис. 1. Влияние предварительной пропитки щепы на физико-механические характеристики сульфатной хвойной ЦВВ

Графики показателей ТЕА и деформации разрушения изменяются одинаково и сильнее всех остальных.

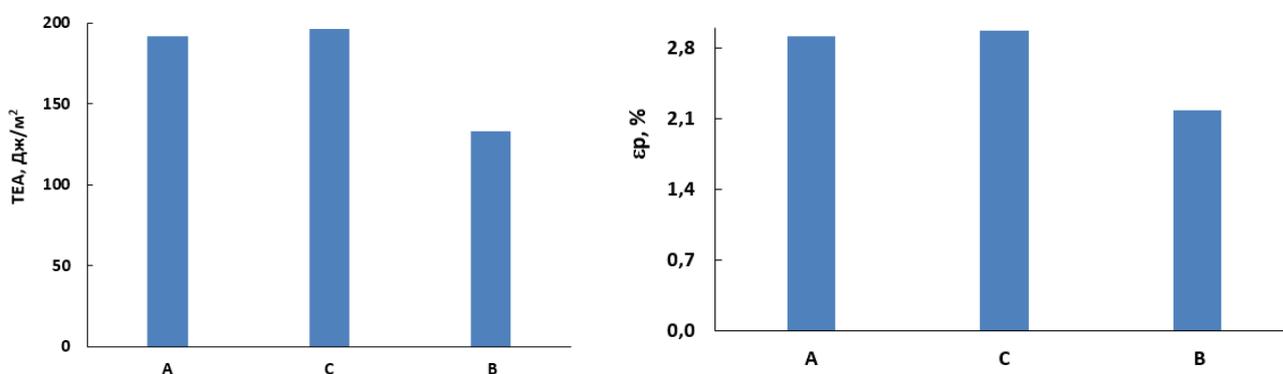


Рис. 2. Основные деформационные показатели хвойной ЦВВ

Ниже приведены результаты испытаний физико-механических свойств образцов.

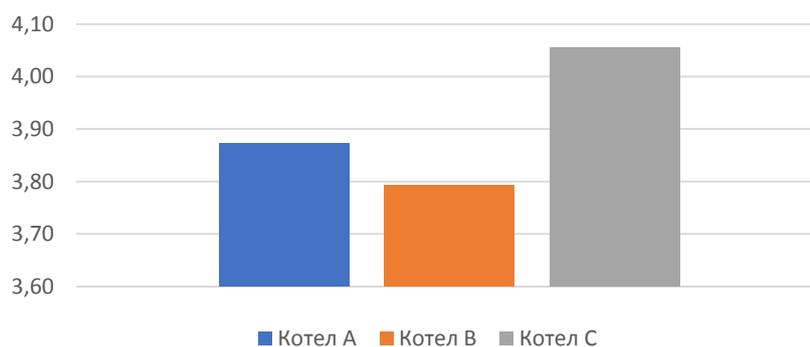


Рис. 3. Диаграмма средних значений сопротивления образцов сжатию по методу SCT

Исходя из средних значений по котлам за вышеуказанный период отбора проб целлюлозная масса, отобранная из котла С, имеет максимальное значение сопротивления образцов сжатию по методу SCT, из котла В – минимальное.

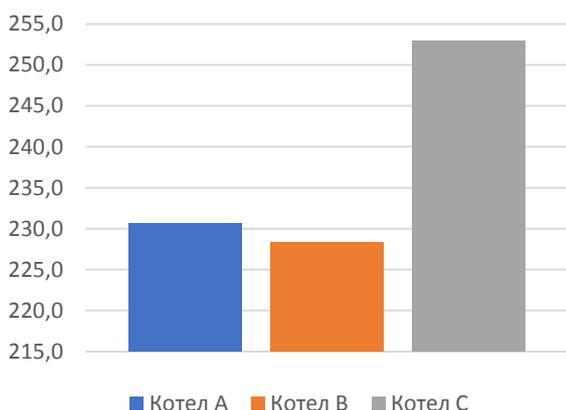


Рис. 4. Диаграмма средних значений разрушающего усилия образцов при сжатии кольца (RСТ)

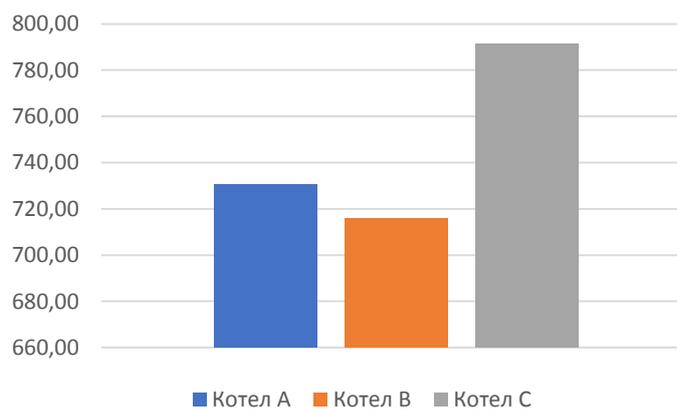


Рис. 5. Диаграмма средних значений сопротивления образцов продавливанию

Поведение третьей характеристики подтверждает выводы, сделанные ранее.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) Использование варки с предварительной пропиткой щепы варочным раствором в отдельном пропиточном резервуаре позволяет получить более прочные и менее растяжимые образцы;

2) Повышение жесткости полуфабриката с 75–85 до 100–110 приводит к снижению прочностных и деформационных свойств волокна для полуфабриката, полученного с применением предварительной пропитки щепы в среднем на 16,5 %.

### Список литературы

1. Макговорн Дж.Н. Варка целлюлозы высокого выхода (для газетной бумаги) [Текст] // ТАППИ. – 1972. – Т. 55. №10.
2. Холмова М.А., Комаров В.И., Гурьев А.В., Целлюлозы высокого выхода. Способы получения. Свойства (обзор). [Текст] // Химия растительного сырья. – 2007. – №2. С. 5–12.
3. Галеева Н.А. Производство целлюлозы и целлюлозы высокого выхода [Текст] // М., – 1979. – 320 с.
4. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы: в 3 т. Т 2: Производство сульфатной целлюлозы. [Текст] // М., – 1990. – 600 с.
5. Холмова М.А., Комаров В.И., Миловидова Л.А., Гурьев А.В. Взаимосвязь числа Каппа и физико-механических свойств сульфатной ЦВВ. [Текст] // ЦБК. 2005. № 10. С. 56–59.
6. Комаров, В.И. Анализ механического поведения целлюлозно-бумажных материалов при приложении растягивающей нагрузки [Текст] / В.И. Комаров, Я.В. Казаков // Лесной вестник. – 2000. – № 3 (12). – С. 52–62.
7. Казаков, Я.В. Программное обеспечение лабораторного испытательного комплекса для оценки деформативности и прочности целлюлозно-бумажных матери-

алов (КОМПЛЕКС) [Текст] / Я.В. Казаков, В.И. Комаров // Свидетельство № 2001610526 об официальной регистрации программы для ЭВМ. Реестр программ для ЭВМ. – 10.05 2001.

**Бахтина А.А.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, anastasia-andreevna.p@yandex.ru

Научный руководитель: Шошина К.В., канд. техн. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий

**РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ВЕДЕНИЯ УЧЕТА ПАКЕТОВ ДОКУМЕНТОВ  
ПО МЕРОПРИЯТИЯМ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫМ УСТАВОМ  
АО «ПО «СЕВМАШ»**

Акционерное общество «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие» (АО «ПО «Севмаш») – это крупный судостроительный комплекс, центр атомного судостроения Российской Федерации. На 2020 год самостоятельных структурных подразделений в составе Общества более семидесяти, а сотрудников, работающих в АО «ПО «Севмаш», порядка тридцати тысяч человек.

Одним из организационных документов, регламентирующих деятельность завода, является Устав Акционерного общества «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие» от 28.02.2019, который можно найти на официальном сайте. В пункте 16.6 Устава приведен перечень вопросов, относящихся к компетенции Совета директоров, состоящий из семидесяти одного пункта.

При работе по вопросу из данного перечня самостоятельное структурное подразделение – инициатор вынесения вопроса собирает пакет документов, который необходимо согласовать с Аппаратом корпоративного секретаря, Советом директоров и Акционерным обществом «Объединенная судостроительная корпорация» (АО «ОСК»).

Процесс согласования довольно длительный и происходит он с использованием бумажных носителей. Для оперативного просмотра информации о стадии согласования, на которой находится тот или иной пакет документов сотрудниками подразделения – инициатора вынесения вопроса и Руководством АО «ПО «Севмаш» была создана информационная система «Корпоративная работа».

По требованиям заказчика система должна:

1. обеспечивать разграничение прав доступа;
2. иметь возможность отбора пакетов документов по ряду параметров;
3. иметь расширенный поиск по пакетам документов;
4. администрироваться сотрудниками подразделения-заказчика, без участия разработчиков системы.

Разработка системы как клиентского приложения требует наличия учетной записи пользователя в директории Domino, а также установки приложения на каждую рабочую станцию, что делается разработчиками только по служебной записке на имя начальника отдела.

Так как заранее неизвестно количество пользователей и нельзя точно определить, кто именно будет работать в системе, было принято решение разрабатывать web-приложение. Это позволяет любому сотруднику пройти процесс авторизации во внутренней корпоративной сети, используя единую учетную запись Novell, и, при наличии соответствующих прав доступа, просматривать пакеты документов, зарегистрированные в системе.

Разработка приложения ведется на платформе Lotus Notes/Domino. Пользователи работают с приложением через web-интерфейс браузера, который по протоколу http взаимодействует в web-сервером Lotus Domino, который, в свою очередь, связан с СУБД.

База данных Lotus Domino является документо-ориентированной и представляет собой файл с расширением .nsf, содержащий в себе неупорядоченный набор документов. Документ создается по форме, состоящей из полей, каждому из которых указывается тип данных. В базе может находиться неограниченное количество документов, созданных по одной форме. Чтобы различать документы, идентичные по своей структуре, для каждого документа автоматически генерируется идентификационный номер.

Так как в документо-ориентированной базе данных нет связи между документами (например, как в реляционной БД таблицы связываются по первичному и внешнему ключу), связать два документа между собой можно, ссылаясь в одном документе на идентификационный номер другого документа. Кроме того, есть тип ответных документов Response. Документ с таким типом содержит информацию об идентификационном номере родительского документа. Из любого документа можно получить коллекцию ответных документов либо родительский документ.

Отбор документов из базы происходит в представления – View. Его можно сделать по любому параметру, либо их связке, а также по результатам выборки Select-запроса. Отбор документов по определенным параметрам заказчика (исполнитель подразделения, дата поступления пакета

документов и др.) используется в приложении для быстрой сортировки пакетов документов по запросу пользователя.

Разграничение прав доступа происходит в полуавтоматическом режиме. Редактировать список полноправных пользователей могут администраторы системы как со стороны заказчика, так и со стороны разработчиков. При этом права администратора системы присваиваются только людям, внесенным в соответствующий список другим сотрудником.

Права на чтение и просмотр информации о пакете документов присваиваются всем указанным в нем сотрудникам автоматически при сохранении регистрационной карточки вопроса по Уставу, которая состоит из двух основных блоков.

Рис. 1. Регистрационная карточка вопроса по Уставу

Первый блок содержит информацию о пакете документов:

- формулировка вопроса по Уставу;
- заместитель генерального директора, которому подчиняется подразделение – инициатор вынесения вопроса;
- наименование, руководитель и исполнитель подразделения – инициатор вынесения вопроса;
- исполнитель от Аппарата корпоративного секретаря.

Во втором блоке содержится информация об обработке и согласовании пакета документов.

В левом навигационном меню расположены ссылки на страницы с отборами по заданным параметрам, администрирование, а также расширенный поиск по слову либо фразе, который находится во вкладке Все документы.

Таким образом, в ходе разработки все требования заказчика были выполнены, информационная система с 15.02.2019 выведена в опытную эксплуатацию, по результатам которой подписан акт о вводе в промышленную эксплуатацию с 01.02.2020 информационной системы «Корпоративная работа».

**Белак А.О., Выгнанчук А.Г.**

магистранты Высшей школы энергетики, нефти и газа, abelak@yandex.ru, alena.vygnanchuk@yandex.ru

Научный руководитель: Мокеев А.В., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры электроэнергетики и электротехники

## **GOOSE – СООБЩЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ОБМЕНА ДИСКРЕТНЫМИ СИГНАЛАМИ**

Для обмена аналоговыми и дискретными данными между устройствами, обеспечивающими автоматизацию технологического процесса на цифровых подстанциях, предусмотрено использование цифровых сообщений. Данный вид сообщений подразумевает горизонтальные связи между устройствами. Целью данной статьи является анализ эффективности использования GOOSE-сообщений для организации горизонтальных связей между интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ) с целью организации оперативных блокировок.

GOOSE – это протокол, описанный в главе МЭК 61850-8-1 [1] и предназначенный для обмена сигналами между интеллектуальными электронными устройствами в цифровом коде. Дословная расшифровка аббревиатуры GOOSE – Generic Object-Oriented Substation Event – «Общее объектно-ориентированное событие на подстанции».

В настоящее время для организации взаимодействия устройств РЗА и реализации оперативных блокировок используется передача дискретных сигналов «сухие контакты» и прочее.

В качестве простого примера рассмотрим взаимодействие двух устройств. Первое – устройство защиты линии 35 кВ, второе – блок защиты выключателя 35 кВ. У каждого устройства имеются дискретные входы и выходы. Соединим дискретный выход №1 DO1 первого устройства с дискретным входом №1 DI1 второго устройства. Пусть дискретный выход

DO1 первого устройства замыкается при срабатывании устройства на защиту линии, устройства РЗА №2 при замыкании DI1 отдает команду на отключение высоковольтного выключателя. Принципиальная схема приведена на рис. 1.

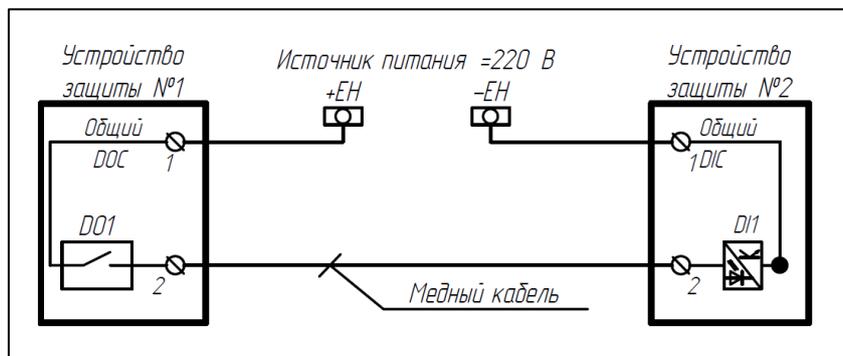


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная подключения двух устройств защиты

Данная схема показывает соединение только одной пары «Вход DI – Выход DO», в действительности количество таких пар во много раз больше и определяется типом, классом напряжения подстанции. На каждое такое соединение необходимы контрольные кабели, которые могут обладать большим количеством жил, но при этом прокладка данных кабелей усложняется.

Другой подход к решению данной задачи – применением цифровой передачи данных и создание горизонтальных связей между устройствами. В данном случае два терминала объединяются в локальную вычислительную сеть (далее ЛВС), и все сообщения о срабатывании передаются посредством ЛВС. На рис. 2 показана структурная схема ЛВС и подключенных терминалов РЗА.

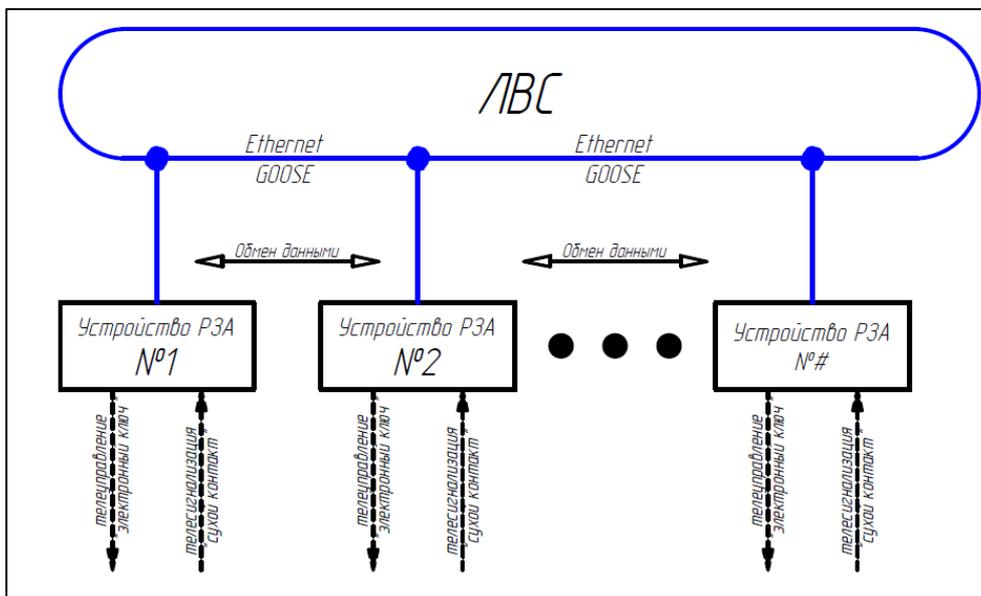


Рис. 2. Схема структурная объединения терминалов РЗА в ЛВС

Данная схема имеет следующие преимущества:

- 1) увеличивается скорость передачи данных;
- 2) уменьшается объем кабельной продукции и число клеммных соединений между устройствами, а также объем работ по их наладке и проверке;
- 3) с применением современных датчиков вместо использования «сухих контактов» исключается «дребезг» контактов;
- 4) исключается передача технологической информации по контрольным кабелям, связанных с формированием ложных дискретных сигналов.

К недостаткам применения данной технологии можно отнести следующее:

- 1) требуется квалифицированный персонал, от которого требуется не только электротехнические знания, но и знания коммуникационных сетей;
- 2) увеличение стоимости оборудования, в силу наличия Ethernet портов, а также поддержки протокола МЭК 61850-8-1 (GOOSE, MMS);
- 3) необходимо наличие коммуникационной аппаратуры – коммутаторов, цена которых зависит от топологии сети.

В настоящий момент GOOSE-сообщения в основном применяются для обмена между устройствами дискретными сигналами между терминалами РЗА, устройствами телемеханики, а именно такие сигналы как «Срабатывание», «Пуск УРОВ», «Запрет АПВ» и прочее. Данная информация может быть использована для реализации оперативных блокировок на подстанции. Но на этом сфера применения протокола GOOSE не ограничивается, при поставленной задаче можно передавать и аналоговую информацию (измерения).

Рассмотрим реализацию оперативных блокировок коммутационных аппаратов. Основное назначение оперативных блокировок – исключение ошибочных действий оперативного персонала при осуществлении переключений. Как правило, для выполнения оперативных блокировок на подстанциях используют электромагнитные блокировки. Недостатком данных блокировок можно считать наличие длинных кабелей, плохую регулировку сигнальных автоматических контактов разъединителей и ножей, обрывы в кабельных жилах.

Для исследования применения протокола GOOSE, обратимся к стенду телемеханики, который располагается в Северном (Арктическом) Федеральном Университете им. М.В. Ломоносова, на кафедре «Электроэнергетика и электротехника», в научной лаборатории «Цифровая подстанция». На данном стенде используются устройства с поддержкой МЭК 61850-8-1. Покажем применение GOOSE-сообщений на примере реализации оперативных блокировок условных коммутационных аппаратов. Данный стенд состоит из оборудования Инженерного центра «Энергосервис»

[2]: измерительный преобразователь ЭНИП-2, модуль вывода ЭНМВ-1, переключатели – коммутационные аппараты, светодиоды, коммутатор. К измерительным преобразователям ЭНИП-2 подключены контакты положения переключателей (коммутационных аппаратов), к ЭНМВ-1 подключены световая сигнализация – светодиоды. Внешний вид стенда приведен на рис. 3.

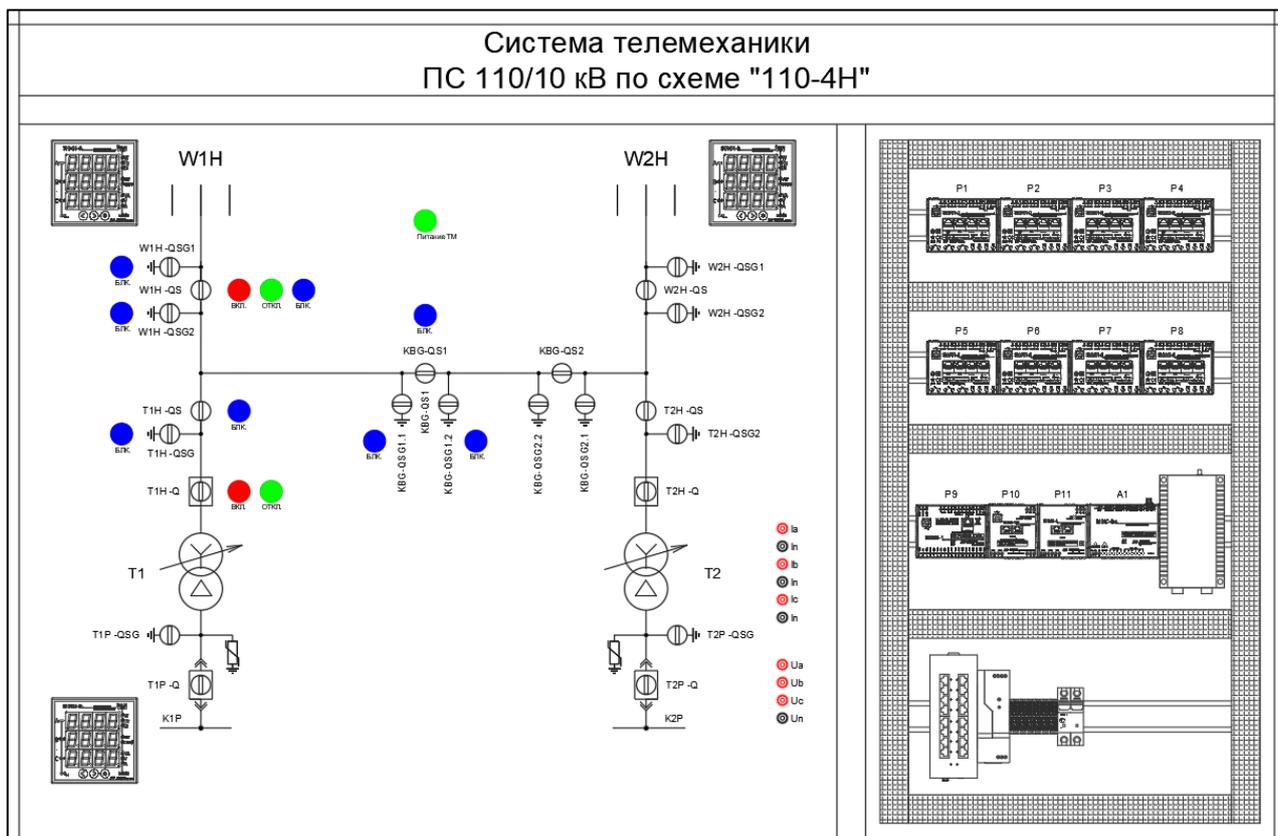


Рис. 3. Внешний вид стенда

Рассмотрим реализацию блокировки разъединителя W1H-QS.

Подключим к ЭНИП-2 контакты T положения переключателей W1H-QS – разъединитель, W1H-QSG1 и W1H-QSG2 – заземляющие ножи. С помощью программного обеспечения «ES Конфигуратор» настроим ЭНИП-2 на формирование GOOSE-сообщений в сеть, в которых содержится информация о текущем положении коммутационных аппаратов. Согласно протоколу GOOSE, измерительные преобразователи ЭНИП-2 являются «издателями», а модуль вывода ЭНМВ-1 – «подписчиком», то есть получателем GOOSE-сообщений. С помощью программного обеспечения «ES Конфигуратор» каждый сигнал описывается в ЭНМВ-1. Для этого на один из 64 имеющихся сигналов DIO (discrete input/output) назначим источником ввода информации GOOSE-сообщение, поступающее от ЭНИП-2. Также назначим на свободные дискретные выходы ЭНМВ-1 светодиоды «Включен», «Отключен» и «Блокировка». Для данных дискретных выводов составим логические выражения, согласно которым ЭНМВ-1

будет включать или отключать соответствующие светодиоды. Пример гибкой логики «Блокировка» ЭНМВ-1, при включенных заземляющих ножах W1H-QSG1 или W1H-QSG2, приведен на рис. 4.

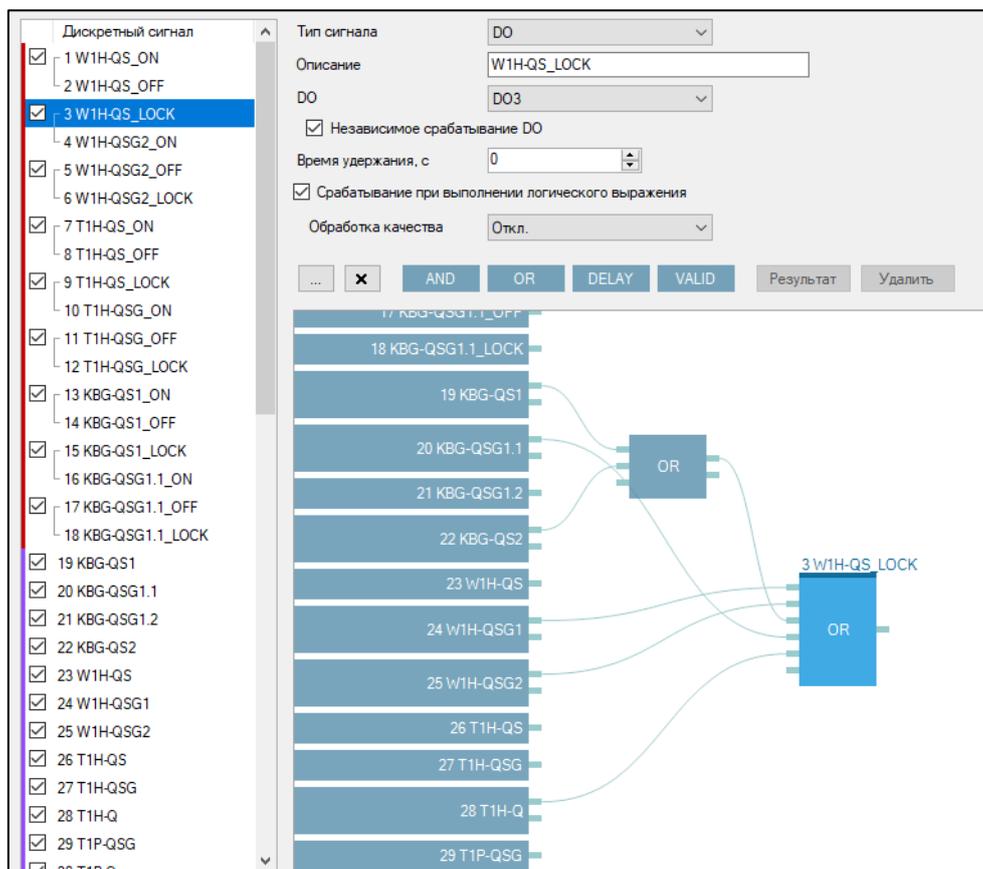


Рис. 4. Гибкая логика ЭНМВ-1

Также в ходе исследования было замерено время задержки передачи GOOSE-сообщений между устройствами ЭНИП-2 и ЭНМВ-1 с помощью программного обеспечения Wireshark. Время передачи, в соответствии с заданными настройкам, составило 10 мс. На рисунке 5 приведен фрагмент программы Wireshark.

8680	868.520269	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8681	869.380954	Engineer_04:b3	Broadcast	ARP	60 Who has 192.168.0.5? Tell 192.16...
8682	869.563337	QuantaCo_b4:eb:ef	Broadcast	ARP	42 Who has 192.168.0.197? Tell 192...
8683	869.778320	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8684	869.788236	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8685	869.798531	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8686	869.823524	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8687	869.873576	Engineer_07:13	Iec-Tc57_01:00:01	GOOSE	227
8688	870.245502	0_0_0_0	255_255_255_255	BOOTP	242 Boot Request from 00:00:00:00:00:00

Рис. 5. Время передачи GOOSE-сообщений

Исследование, проводимое на стенде телемеханики научной лаборатории «Цифровая подстанция» САФУ, показало эффективность применения GOOSE-сообщений для реализации оперативных блокировок.

## Список литературы

1. IEC 61850-8-1. Communication networks and systems for power utility automation – Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
2. Инженерный центр «Энергосервис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enip2.ru/> (дата обращения: 15.03.2020).

**Беляков Д.В.**

магистрант Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина,  
[belyakovdima09111995@yandex.ru](mailto:belyakovdima09111995@yandex.ru)

Научный руководитель: Корчагов С. А., д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры лесного хозяйства Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина

### **ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Устойчивое управление лесами невозможно без учета и сохранения биологического разнообразия лесов, то есть разнообразия всех видов живых организмов, экосистем и ландшафтов [1]. Лес – это целостная экологическая система, в которой необходимо поддерживать равновесие [2]. В настоящее время лесные экосистемы подвергаются негативному воздействию, что приводит к сокращению биоразнообразия. На данный момент вопрос сохранения биологического разнообразия является актуальным с научной и практической точки зрения.

Обычно выделяют три основных уровня сохранения биологического разнообразия – ландшафтный уровень, уровень сообществ и локальный [3].

Локальным уровнем считается сохранение биологического разнообразия посредством оставления участков (ключевых биотопов) на лесосеке с потенциально повышенным видовым разнообразием и местами обитания редких видов растений и животных на площади от 0,1 га.

В Вологодской области сохранению биологического разнообразия уделяется особое внимание. В Лесохозяйственных регламентах территориальных лесничеств Департамента лесного комплекса приведен перечень объектов биологического разнообразия с указанием их наименований, характеристик и размеров буферных зон [4]. В Методических рекомендациях по сохранению биологического разнообразия также отражены подходы к сохранению объектов биоразнообразия на локальном уровне [2].

Цель научного исследования – лесоводственно-экономическая оценка эффективности сохранения ключевых биотопов, сохраняемых при сплошных рубках на территории Вологодской области. Объектами исследования являлись потенциальные места обитания редких видов растений и животных (ключевые биотопы).

Исследованиями охвачена делянка, пройденная сплошной рубкой, на территории Вологодского района Вологодской области с сохраненными ключевыми объектами:

- ключевой биотоп 1 и 2 – участки леса вокруг временных водных объектов;

- ключевой биотоп 3 – окно распада со скоплениями валежа и ветровально-почвенными комплексами.

При проектировании рубок предусматривались следующие меры по сохранению ключевых биотопов: для биотопа 1 и 2 – оставление буферных зон по обе стороны от ручья, равной 20 м; для биотопа 3 – сохранение объекта по его естественным границам.

В ходе полевых исследований в ключевых биотопах выполнялся сплошной перечет деревьев по ступеням толщины с разделением их на категории технической годности, измерялась высота деревьев. Таксационная характеристика древостоев рассчитана общепринятыми методами [5]. Результаты перечета и измерения высоты послужили основанием для определения запаса и сортиментной структуры древостоя [6]. Стоимостная оценка древесины в ключевых объектах выполнена с учетом положений, изложенных Е.А. Рай, С.И. Слостниковым [7].

Таксационная характеристика древостоев в сохраненных ключевых биотопах представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев в сохраненных ключевых биотопах

Показатели	Значения показателей		
	ключевой биотоп 1	ключевой биотоп 2	ключевой биотоп 3
Площадь, га	1,5	1,4	0,1
Состав древостоя	5С4Е1Б+Ос+Олс	5С2Е2Б1Ос+Олс	3Е3Олс2Б2Ос+Ив
Возраст, лет	85	85	60
Средний диаметр, см	28,0	32,0	16,0
Средняя высота, м	24,0	24,0	16,0
Бонитет	II	II	III
Тип леса	Ельник черничный	Ельник черничный	Ельник черничный
Полнота	0,4	0,5	0,3
Общий запас ликвидной древесины в биотопе, м <sup>3</sup>	186	227	6

Результаты расчета сортиментной структуры древостоев и стоимости древесины, сохраненной в ключевых биотопах, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сортиментная структура древостоев и стоимость древесины, сохраненной в ключевых биотопах (над чертой – м<sup>3</sup>, под чертой – руб.)

Сортиментная структура	Цена за единицу, руб./м <sup>3</sup> *	ключевой биотоп 1	ключевой биотоп 2	ключевой биотоп 3
Бревна сосновые для распиловки и строгания	3 700	<u>63</u> 233 100	<u>79</u> 292 300	-
Бревна еловые для распиловки и строгания	3 800	<u>33</u> 125 400	<u>31</u> 117 800	<u>1</u> 3 800
Бревна березовые для выработки лущеного шпона	3 000	<u>12</u> 36 000	<u>15</u> 45 000	<u>1</u> 3 000
Балансы сосновые	1 200	<u>7</u> 8 400	<u>5</u> 6 000	-
Балансы еловые	1 300	<u>9</u> 11 700	<u>6</u> 7 800	-
Балансы березовые	900	<u>1</u> 900	<u>2</u> 1 800	-
Дровяная древесина смеси хвойных пород	750	<u>42</u> 31 500	<u>49</u> 36 750	<u>1</u> 750
Дровяная древесина смеси лиственных пород	650	<u>19</u> 12 350	<u>35</u> 22 750	<u>3</u> 1 950
Итого по биотопам	-	<u>186</u> 459 350	<u>227</u> 530 200	<u>6</u> 9 500

\*Стоимость одного кубического метра древесины принята, как средняя рыночная стоимость на момент проведения исследования в Вологодском районе Вологодской области.

Доля малоценной балансовой и дровяной древесины, оставленной в ключевых биотопах, составляет: для биотопа 1 – 41,9 %, для биотопа 2 – 42,7 %, для биотопа 3 – 66,6 %, доля деловой древесины – 67,2 %, 60,8 % и 33,3 %, соответственно.

В табл. 3 представлены затраты на проведение лесозаготовительных работ в ключевых объектах (в случае их вырубке). Заготовка древесины предусматривалась бригадой вальщиков по сортиментной технологии с валкой леса, обрезкой сучьев и раскряжевкой древесины тремя бензомоторными пилами и трелевкой сортиментов одним форвардером до грузочного пункта. Вывозка древесины из делянки составила 2,5 км до грунтовой дороги местного значения, а до конечного потребителя – 75 км.

Расчет предполагаемых затрат на проведение лесозаготовительных работ показал, что для вырубке и вывозки древесины из биотопа 1 необходима сумма в размере 326,4, из биотопа 2 – 398,5 и из биотопа 3 – 9,6 тыс. руб.

Таблица 3

## Предполагаемые затраты на заготовку древесины в биотопах

Виды затрат	Стоимость работ за единицу, руб./м <sup>3</sup> *	Стоимость за выполненный объем работ, руб.		
		ключевой биотоп 1	ключевой биотоп 2	ключевой биотоп 3
Заготовка древесины	600,00	122 400,00	149 436,00	3 600,00
Вывозка древесины до грунтовой дороги	250,00	51 000,00	62 265,00	1 500,00
Вывозка древесины до конечного потребителя	750,00	153 000,00	186 795,00	4 500,00
Итого затрат	-	326 400,00	398 496,00	9 600,00

\*Стоимость работ по заготовке одного кубического метра древесины принята, как средняя рыночная стоимость на момент проведения исследования в Вологодском районе Вологодской области.

В табл. 4 представлена стоимостная оценка затрат на заготовку древесины в биотопах и доходов от ее реализации (в случае вырубки ключевых биотопов при проведении сплошной рубки и реализации древесины).

Таблица 4

Стоимостная оценка затрат на заготовку древесины в ключевых биотопах и доходы от ее реализации (в ценах на момент проведения исследования)

Ключевой биотоп	Предполагаемые		Финансовый результат от заготовки и реализации древесины, руб.
	затраты на заготовку древесины в биотопе, руб.	доходы от реализации заготовленной древесины, руб.	
биотоп 1	326 400,00	459 350,00	132 950,00
биотоп 2	398 496,00	530 200,00	131 704,00
биотоп 3	9 600,00	9 500,00	-100,00

Как показывают результаты расчетов, предполагаемые затраты на заготовку древесины в ключевом биотопе 3 незначительно превышают доходы от её реализации (- 100 руб.). Следовательно, заготовка и реализация древесины в указанном площадном объекте является экономически не оправданным мероприятием. Валеж на разной стадии разложения, сохраняемый в ключевом биотопе, послужит необходимым субстратом для выживания уязвимых и требовательных к условиям среды видов растений, животных и грибов, местом гнездования птиц и зимовки некоторых амфибий и рептилий. Кроме того, оставление деревьев в этих окнах распада будет служить сохранению подроста предварительной генерации, сглаживая резкие перепады температуры и создавая среду обитания для птиц и млекопитающих.

В ключевом биотопе 1 и 2 предполагаемый доход от реализации заготовленной древесины превышает расходы на ее заготовку, что связано с наличием значительного объема деловой древесины. Таким образом, заготовка и реализация древесины в данных площадных объектах является экономически оправданным мероприятием. Однако, предположительно, вырубка леса на данных участках приведет к его заболачиванию, и, тем самым, вызовет отрицательные экологические последствия. Оставление этих локальных объектов в ходе заготовки древесины будет способствовать поддержанию естественной динамики лесной среды, а также сохранению потенциальных мест обитания редких видов растений и животных.

Таким образом, выполненные исследования позволяют заключить, что выделение и сохранение ключевых биотопов не всегда является экономически оправданным. Однако их сохранение позволяет поддерживать разнообразие естественных условий и способствует существованию и расселению различных видов живых организмов на лесных участках, вовлеченных в рубку.

### Список литературы

1. Хорошун, Н.А. Экономическая оценка объектов биологического разнообразия при лесозаготовках в Южно-таежном районе (на примере Вологодской области) / Хорошун Н.А., Беляков Д.В., Корчагов С.А. // Актуальные проблемы лесовосстановления в таежной зоне: Сборник трудов магистрантов и аспирантов по материалам научно-практической конференции. – Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 97 с.
2. Сипягов В.С. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в Вологодской области [Текст]: утверждены Департаментом Вологодской области – Вологда – 2014 – 21 с.
3. Карпачевский, М.Л. Основы устойчивого лесопользования: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / М.Л. Карпачевский, В.К. Тепляков, Т.О. Яницкая, А.Ю. Ярошенко [и др.] / под общ. ред. А.В. Беляковой, Н.М. Шматкова – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 266 с.
4. Лесохозяйственный регламент Вологодского лесничества на территории Вологодской области [Текст]: утвержден приказом Департамента лесного комплекса области от 26 октября 2018 года № 1606 – Вологда, 2018 – 134 с.
5. Анучин, Н.П. Лесная таксация: Учебник для вузов. – 6-е изд. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с. ISBN 5-94219-099-9
6. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы / Н.П. Анучин – 6-е изд. – М., 1968. – 480 с.
7. Сборник задач к учебному пособию «Основы устойчивого лесопользования» учебное пособие для студентов вузов / под ред. А.В. Беляковой, Н.М. Шматкова — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 139 с.

**Бессонова Е.А.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий,

katya\_bessonova\_2017@mail.ru,

Научный руководитель: Зальвская О.С, канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

## **ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АНГЛИЙСКОГО СТИЛЯ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

Великобритания расположена на Британских островах. На западе и севере преобладает горный рельеф. На юго-востоке и в центре – холмистые равнины. Климат умеренный. Осенью и зимой частые туманы, придающие садам и паркам особенную романтичность [3].

Исходя из этого можно проследить основные принципы ландшафтного (пейзажного) стиля ландшафтной архитектуры. Теоретическое и практическое оформление его произошло в Англии, отсюда и вытекает ещё одно его название – английский.

Одна из задач пейзажного сада – эстетическая. Как правило, участок повторяет рельеф окружающей местности, особенности ее ландшафта, подчеркивая или скрывая архитектурный ансамбль внутренних построек. Такой стиль является одним из основных направлений ландшафтной архитектуры. В сравнении с регулярным стилевым направлением, он явно отличается отсутствием каких-либо геометрических строгих форм.

Английский стиль характерен для участков с большой площадью, зарослями кустарников и деревьев. Цель этого стиля – «вписать» участок в окружающий ландшафт с его дикой природой и натуральной красотой. При помощи этого стиля организуется приближенное к природе пространство, которое сопровождается линейными орнаментальными элементами, сочетающимися с декоративной зеленью.

Ландшафтный стиль по своей сути предполагает подражание дикой природе, имитацию ее лучших образцов. Природа же, как известно, неисчерпаемый источник [1].

Предпосылки пейзажных парков в эпоху Ренессанса – это отдаленные от здания участки, где помимо плодовых деревьев и огородов прокладывались прогулочные дорожки. В Англии – это цветущие луга с отдельными группами и единичными экземплярами ценных деревьев. Именно в этой стране были сформированы идеи и принципы пейзажного парка [3].

Начиная с 16 века, началось активное усадебостроительство, а также устройство регулярных садов (Литл Мортон). Все чаще при устройстве территорий стали подражать французским и голландским садам (Левенс Холл, Хемптон Корт). Влияние искусства Андре Ленотра, создателя французской школы паркового искусства, на Англию было чрезвычайно велико, потому что садоводство издавна являлось в этой стране излюб-

ленным занятием. Регулярные парки в Англии не прижились. Достаточно холмистые территории с пролегающими между ними речками не подходили для композиций, подобных Версалю. Также в Англии не было мощной концентрации власти и богатства, подобной той, что существовала во Франции в эпоху Людовика XIV [3].

В XVIII в. началось стремление к естественным озелененным территориям, в следствии чего началось зарождение пейзажных идей («украшенная ферма»). В этот период в садах и парках стали все больше проявляться культ Палладио и итальянская ландшафтная культура (Чизик, Ховард, Раушем), в следствии чего началось активное формирование пейзажных парков, включающих в себя сад, усадьбу, уголья и ландшафт; школа Ланселота Брауна. В таких садах прослеживается подчинение всей композиции главному зданию, деление всей территории парка при помощи композиционной оси на две равные части (каждая из них имеет свое проектировочное решение). Также композиционным центром садово-паркового ансамбля может служить искусственный пруд, оформленный островками (Стоу, Стоурхед) [3].

Период 1770–1800 годов охарактеризовался тем, что зародилась пейзажная теория в труде Томаса Вейтли «Замечания». Также прослеживалась тяга к романтическим контрастам. Развитию английского ландшафтного стиля поспособствовал Хэмфри Рептон, английский теоретик и практик ландшафтного искусства XVIII в. [2].

Стали устраиваться романтические пейзажные парки с сильными пространственными эффектами (Аббатство Фонтхилл). Также имел место быть буржуазный сад декоративных растений. Появляется литература с готовыми ландшафтными решениями. Ярким представителем является труд Джона Лаудона «Садовая энциклопедия», которая неоднократно переиздавалась и до сих пор считается одной из лучших книг по садоводству.

В период с 1180 по 1920 года происходит английское садовое возрождение, то есть отсылки к истории и обновление ландшафтного искусства. Началось все с того, что жители и дачники Озерного края стали опасаться за сохранность английского ландшафта. Среди них оказалась детская писательница и художник Беатрикс Поттер. Она стала одним из первых членов Национального Фонда (National Trust), посвятившего себя охране природных парков, земель и памятников культуры. Она завещала ему свои фермы и земли, сохранив для Англии нетронутой значительную часть великолепной природы Озерного края. В основе деятельности фонда лежала идея реконструкции территорий и проведение экскурсий по садам за определенную плату. В период реконструкций они придерживались принципа воссоединения на участке хозяйственных и эстетических качеств усадьбы.

Таким образом, для пейзажного садово-паркового искусства Англии характерны следующие черты:

1. широкое использование «подстриженных» овцами газонов;
2. устройство на первом плане регулярных элементов в виде партера, перголы или стриженных форм, для подчеркивания волевого участия архитектора в изменении природы;
3. широкое применение топиарного искусства;
4. изменение рельефа и распределение деревьев для непрерывно меняющегося вида;
5. доминирующая роль отдельных деревьев;
6. сложные очертания в искусственных водоемах [3].

### Список литературы

1. Максименко А.П., Максимцов Д.В. Ландшафтный дизайн: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 160 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Сокольская О.Б. Ландшафтная архитектура: озеленение и благоустройство территорий индивидуальной застройки: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 328 с.: ил. (+ вклейка, 8 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Сокольская О.Б. Садово-парковое искусство: формирование и развитие: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 552 с.: ил. (+ вклейка, 32 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).

### **Бондарев Р.В.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [bondarev.r@edu.narfu.ru](mailto:bondarev.r@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Гулиев Р.З., ассистент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН СТАБИЛЬНОСТИ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** Целью данной работы является прогнозирование зон стабильности газогидрата в пористых средах с помощью алгоритмов машинного обучения.

Задачи, которые были поставлены: сбор эмпирических данных о зонах стабильности газогидратов, анализ данных алгоритмами машинного обучения, построение алгоритма, способного достаточно точно прогнозировать зоны стабильности газогидратов.

### **1 Введение**

При проведении глубоководных буровых работы образование газогидратов является угрозой для безопасности на производстве, потому что диссоциация гидрата метана может привести к выбросу оборудования или взрыву [2]. Кроме этого, метан является парниковым газом, который спо-

способен выделиться с морского дна при температуре морской воды или подводного оползня. Поэтому, точная оценка запасов газогидратов на морском дне и определение зон их стабильности позволят вовремя замечать необратимые изменения морского дна. Следует также учесть главный интерес к изучению газогидратов – это возможность использовать их в качестве источника энергии.

Газовые гидраты представляют собой группу нестехиометрических ледоподобных кристаллических соединений, образующихся в результате сочетания воды и гостевых молекул подходящего размера при низких температурах и повышенных давлениях. В газогидратной решетке вода молекулы образуют водородно-связанные клеточные структуры.[1]

Общая формула для всех газовых гидратов:

$$M * nH_2O, \quad (1)$$

где  $M$  – молекула гидратообразующего газа;  $n$ , ввиду того что эти вещества имеют переменный состав, принимает значения от 5,75 до 17.

Полости газогидратов имеют правильную геометрическую форму, которая встречается в трех видах (рис. 1):

1. Первый вид ( $5^{12}$ ) представляет собой многогранник, содержащий 12 граней по 5 ребер;
2. Второй вид ( $5^{12} 6^2$ ) является многогранником, который содержит 12 граней по 5 ребер и 2 грани по 6 ребер;
3. Третий вид ( $5^{12} 6^4$ ) построен из 12 граней по 5 ребер и 4 граней по 6 ребер.

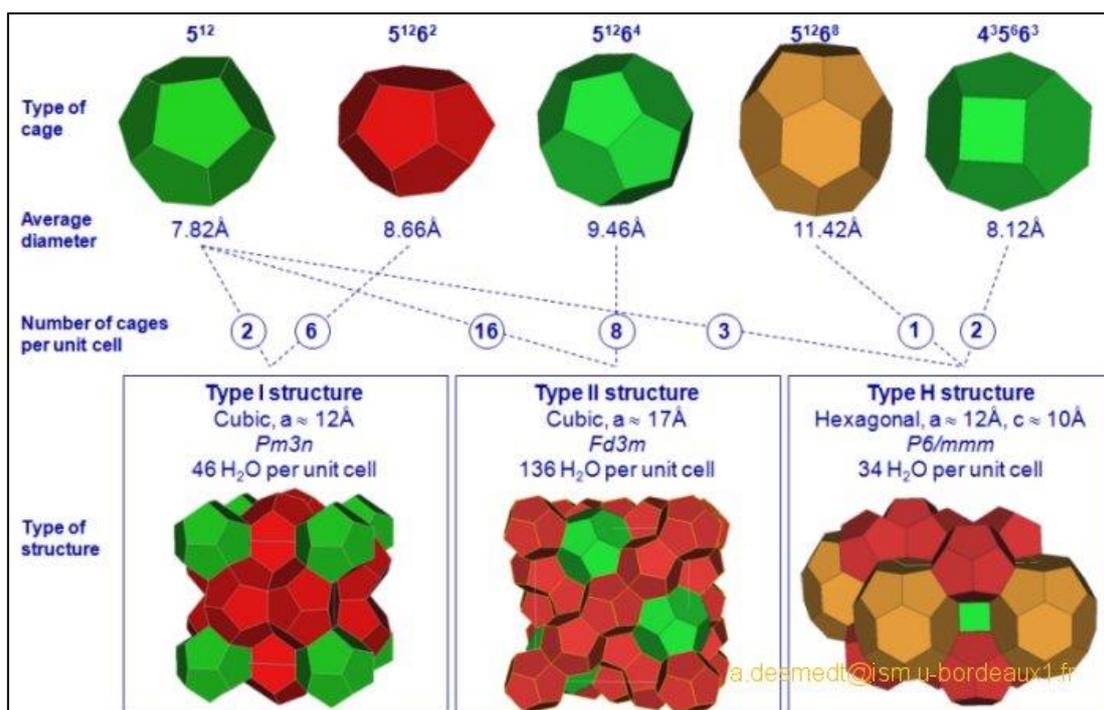


Рис. 1. Схема образования различных структур газогидратов

## 2 Методология исследования

Для прогнозирования зон стабильности газогидратов в данной работе применяется алгоритм, который получает на вход значение температуры и предсказывает давление.

В качестве исходных данных принимались экспериментальные термобарические условия из литературы. Обучение алгоритма машинного обучения осуществляется на данных, в которых содержатся все фазовые состояния газогидратов.[3]

Затем, модель тестируется и проверяется на данных, основанных на одной из фаз газового гидрата.

Компьютерная программа обучается на основе опыта  $E$  по отношению к некоторой задаче  $T$  и некоторой оценке производительности  $R$ , если ее производительность на  $T$ , измеренная посредством  $R$ , улучшается с опытом  $E$ .

*2.1 Методы машинного обучения.* Методы машинного обучения способны справляться с широким спектром задач, но в данной работе рассматривается задача восстановления регрессии или же прогнозирования, поэтому будут рассматриваться и применяться методы способные решить поставленную задачу.

Задачу обучения по прецедентам при  $Y = R$  принято называть задачей восстановления регрессии. Основные обозначения остаются прежними. Задано пространство объектов  $X$  и множество возможных ответов  $Y$ . Существует неизвестная целевая зависимость:

$$y^* = X \rightarrow Y, \quad (2)$$

значения которой известны только на объектах обучающей выборки  $X_l = (x_i, y_i)^{l_i = 1}$ ,  $y_i = y(x_i)$ . Требуется построить алгоритм, который в данной задаче принято называть функцией регрессии  $X \rightarrow Y$ , аппроксимирующий целевую зависимость  $y^*$ .

К методам восстановления регрессии можно отнести: линейную (полиномиальную) регрессию, метод  $K$ -ближних соседей и лес случайных решений.

В данной работе рассмотрен алгоритм леса случайных решений.

*2.1.1 Случайный лес.* Случайный лес – один из самых эффективных алгоритмов машинного обучения и является одним из немногих универсальных алгоритмов. Универсальность заключается, во-первых, в том, что он хорош во многих задачах, во-вторых, в том, что есть случайные леса для решения задач классификации, регрессии, кластеризации, поиска аномалий, селекции признаков и т.д.

*2.2 Метрики для оценки алгоритмов машинного обучения.* Метрики необходимы для измерения и сравнения производительности алгоритмов

машинного обучения. Они отражают оценку различных характеристик в результатах работы алгоритмов.

*2.2.1 Средняя абсолютная ошибка.* Средняя абсолютная ошибка (или MAE) представляет собой сумму абсолютных различий между прогнозами и фактическими значениями:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n}, \quad (3)$$

где  $y_i$  – это предсказанное значение;  $x_i$  – это истинное значение;  $n$  – количество примеров для обучения.

*2.2.2 Среднеквадратичная ошибка.* Среднеквадратичная ошибка (RMSE) представляет собой квадратный корень из среднеквадратической ошибки (MSE). Среднеквадратическая ошибка похожа на абсолютную ошибку в том, что она даёт общее представление о величине ошибки. MSE находится по формуле:

$$MSE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}, \quad (4)$$

*2.2.3 Коэффициент детерминации.* Коэффициент детерминации (R-Squared) указывает на точность соответствия спрогнозированных значений и фактических. Это значение изменяется от 0 до 1, что характеризует в долях эффективность работы алгоритма.

### **3 Результаты исследования**

Для качественной работы алгоритма необходимо произвести кросс-валидацию, то есть разбить исходные данные на обучающую и на тестовую выборки. Так же для работы алгоритма необходимо правильно подобрать значения переменных, которые влияют на процесс обучения.

Показателями эффективности работы алгоритма будут являться следующие метрики: среднеквадратичная ошибка и коэффициент детерминации.

Число деревьев оказывает значительное влияние на качество алгоритма. Наименьшее значение ошибки мы получаем при значении количества деревьев – 20.

Число признаков для расщепления отвечают за однообразие деревьев, чем больше значение, тем больше время работы алгоритма и тем однообразнее деревья. Наименьшее значение ошибки мы получаем при значении количества признаков расщепления – 18.

Минимальное число объектов, при котором выполняется расщепление, влияет на время выполнения алгоритма и на качество на обучении.

Ограничение на число объектов в листьях оказывает такое же влияние на алгоритм обучения, как и предыдущий параметр. Значение было выставлено значением по умолчанию и равнялось пяти.

Таким образом, были подобраны значения параметров для корректной работы алгоритма и его качественного обучения, и тестов.

Далее модель была обучена на общей выборке для последующего применения на данных, сгруппированных по составу. На графиках ниже отображено соответствие предсказанных значений к целевым, то есть чем ближе точки располагаются к функции, тем точнее алгоритм выполнил предсказание.

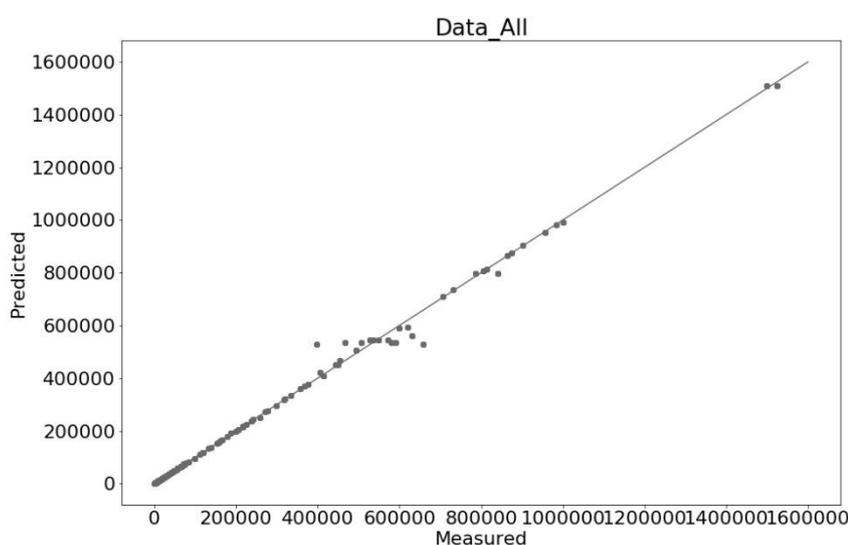


Рис. 2. Сравнение реального и прогнозируемого значения давления для всех данных в выборке

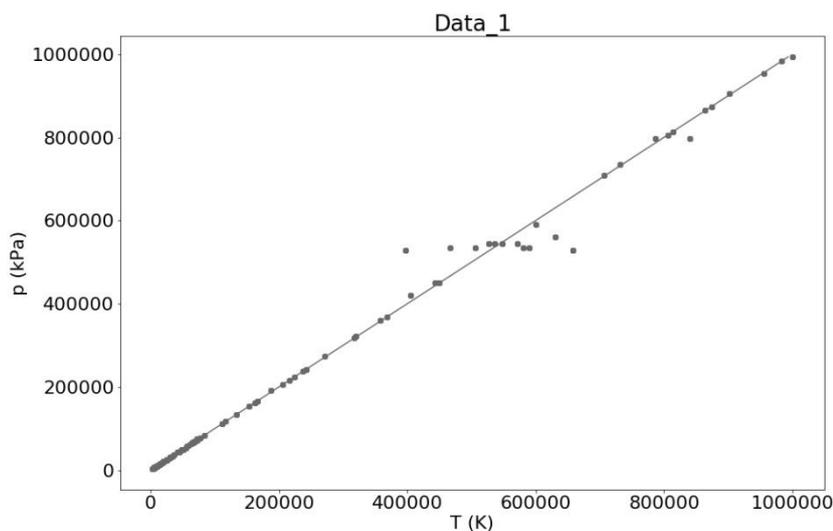


Рис. 3. Сравнение реального и прогнозируемого значения давления для состава  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  in Hydrate + Aqueous Liquid + Vapor

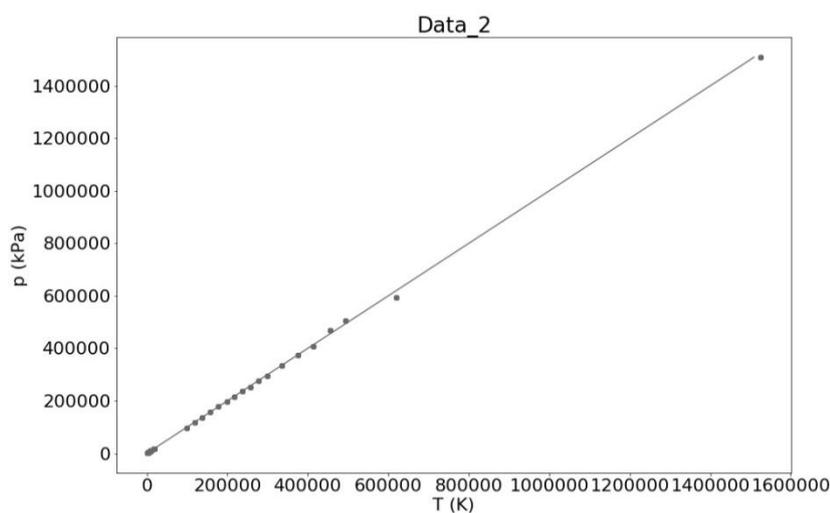


Рис. 4. Сравнение реального и прогнозируемого значения давления для состава  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  in Hydrate sI + Aqueous Liquid + Vapor

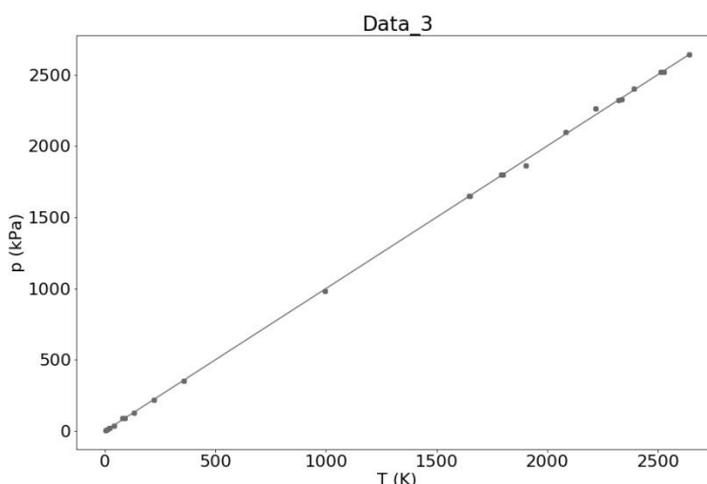


Рис. 5. Сравнение реального и прогнозируемого значения давления для состава  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  in Hydrate sI + Ice + Vapor

#### 4 Заключение

В работе показано возможное применение алгоритма машинного обучения – алгоритма леса случайных значений на задаче определения зон стабильности газовых гидратов в пористых средах. Алгоритм показал хорошие предсказательные результаты по термобарическим условиям образования газогидратов. В дальнейшем планируется обучение и тестирование алгоритма на более сложных составах газовых гидратов.

#### Список литературы

1. Chapoy A., Mohammadi A.H., Richon D. Predicting the Hydrate Stability Zones of Natural Gases Using Artificial Neural Networks // Oil & Gas Science and Technology – Revue de l'IFP. 2007. № 5 (62). С. 701–706.
2. Elgibaly A.A., Elkamel A.M. A new correlation for predicting hydrate formation conditions for various gas mixtures and inhibitors // Fluid Phase Equilibria. 1998. № 1 (152). С. 23–42.

3. K. Kroenlein, C.D. Muzny, A. Kazakov, V.V. Diky, R.D. Chirico E.D.S. and M.F. Clathrate Hydrate Physical Property Database [Электронный ресурс]. URL: <https://gashydrates.nist.gov/>.

### **Бондур Е.М.**

магистрант Высшей инженерной школы, [lizavetka-bondur@yandex.ru](mailto:lizavetka-bondur@yandex.ru)

Научный руководитель: Карельский А.В., канд. техн. наук, зав. кафедрой инженерных конструкций, архитектуры и графики

## **УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК УГЛЕВОЛОКНОМ**

Древесина является одним из распространённых строительных материалов, применяющимся в строительстве уже несколько веков. Популярность её использования обусловлена важными физико-механическими и химическими свойствами: малая плотность, высокими прочностью, малый коэффициент теплопроводности, химическая стойкость. Значительным фактом является то, что древесина – самовозобновляемый ресурс [2].

Однако эффективность применения дерева как строительного материала напрямую зависит от процесса ее отбора, обработки, изготовления и эксплуатации конечных изделий. На качество древесины большое влияние оказывают пороки (сучки, трещины, косослой, грибные поражения, покоробленность). Пороки снижают прочностные показатели древесины и ограничивают возможность ее применения в изделиях и конструкциях. По их наличию и размерам определяется сорт лесоматериалов [3]. В строительстве применяют пиломатериалы 1, 2-го и 3-го сорта.

Одним из эффективных способов повышения несущей способности деревянных конструкций с дефектами является их усиление различными методами. В практике известные случаи усиления накладками, пластинами, шпренгельными затяжками, вкрученными или вклеенными стержнями, металлическими зубчатыми пластинами и др.

В настоящее время современным и прогрессивным методом усиления деревянных конструкций является усиление композитами на основе углеродных волокон. Целесообразность применения углеволокна обусловлена высокими прочностными характеристиками, которые могут компенсировать пороки и повреждения деревянных конструкций.

Основные свойства углеродного волокна:

- диаметр волокна от 6 до 10 мкм;
- высокий модуль упругости – 100–300 ГПа;
- прочность при растяжении – 1200–3000 МПа;

- малый вес – 0,15–0,5 кг/м<sup>2</sup>;
- низкая плотность;
- низкий коэффициент трения;
- высокая стойкость к атмосферному влиянию и химическим реагентам;
- высокая теплостойкость – до 1600–2000 °С;
- огнеупорность;
- коррозионная стойкость;
- долговечность (срок службы около 60 лет) [7].

Изучением вопроса армирования деревянных конструкций углеволокном занимались многие авторы: М.А. Водяников, Г.Г. Кашеварова [4], Н.В. Параничева [5], А.В. Крицин, Д.М. Лобов [6].

Цель исследования: повышение несущей способности деревянных балок с пороками путем усиления их углеволокном.

В рамках научного эксперимента был проведен ряд лабораторных испытаний по определению несущей способности деревянных балок. Программа исследования состояла из двух частей: 1) испытание стандартных образцов древесины без усиления; 2) испытание образцов древесины, усиленных углеволокном. Для эксперимента использовалась древесина хвойной породы (сосна) с наличием в ней пороков (сучков).

В первой части испытания была исследована несущая способность образцов деревянных балок сечением 50×140 мм и длиной 900 мм. Расстояние между опорами принято 700 мм (рис. 1). Испытание проводилось в соответствии с ГОСТ 16483.3-84 [1]. Нагружение образцов древесины производилось с помощью гидравлического домкрата ДГИ5М11В-М. Для фиксации прогиба древесины при испытании были применены индикаторы часового типа. Загружение балок проводилось ступенями по 5 кН с интервалом 2 мин. Фиксация деформаций осуществлялась на каждом шаге загрузки. Разрушение образцов происходило плавно. Перед разрушением наблюдалось появление множественных трещин, что сопровождалось характерным звуком.

Во второй части испытаний исследовались образцы деревянных балок с аналогичным поперечным сечением и длиной. В качестве усиливающего материала применена углеродная ткань производства CarboCarbo (Москва) марки твил 2/2-12К-1270-450 с плотностью 450 г/м<sup>2</sup>

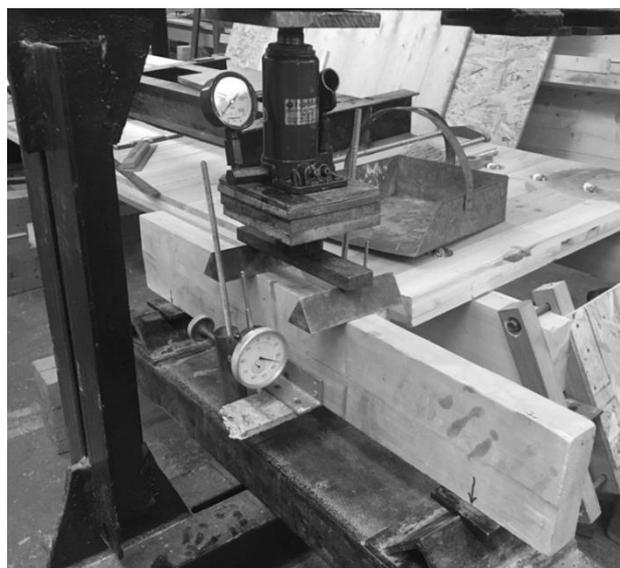


Рис. 1. Испытание образца древесины без усиления

и модулем упругости 240 ГПа. Лента из углеволокна была приклеена к растянутой зоне балки в один слой (рис. 2). В качестве связующего был использован клей на основе эпоксидной смолы. Испытательная установка такая же, как в первой части испытания (рис. 3).

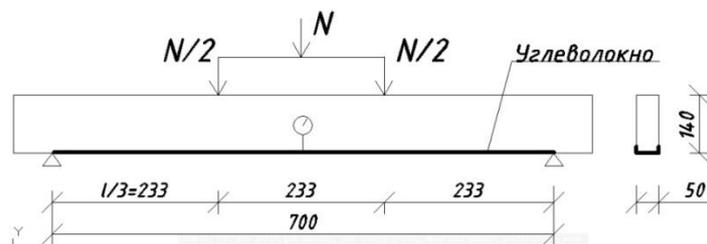


Рис. 2. Схема деревянной балки с усилением углеволокном

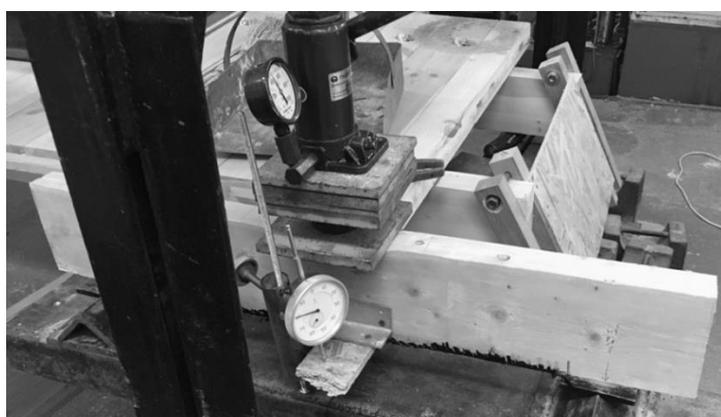


Рис. 3. Испытание усиленного образца древесины

Для сравнительной оценки полученных данных составлена диаграмма зависимости «Нагрузка-прогиб» (рис. 4).

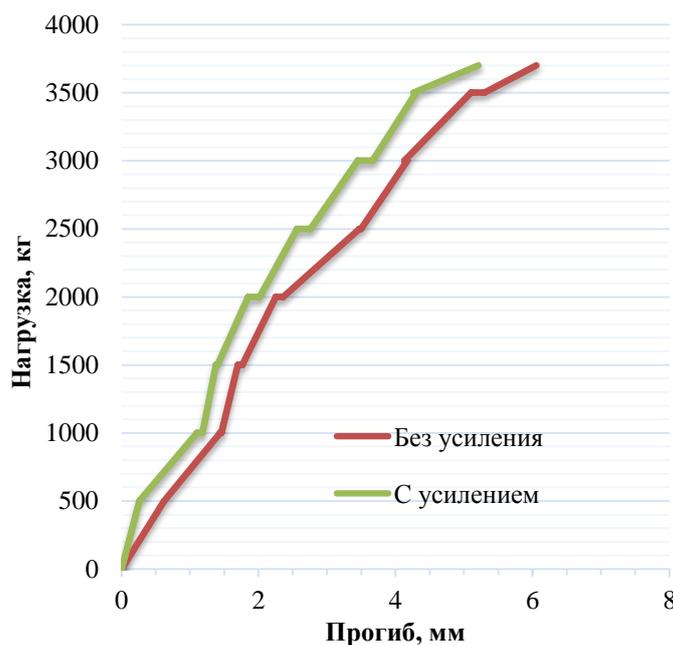


Рис. 4. Экспериментальная диаграмма нагрузка-прогиб

Из диаграммы видно, что предел прочности балки с усилением выше по сравнению с балками без усиления.

**Выводы:**

Полученные результаты являются промежуточными на данном этапе. Эффективность применения углеволокна в качестве усиления наблюдается. Однако для более точных результатов необходимо провести большее количество испытаний.

В дальнейшем планируется усовершенствовать методику испытания деревянных балок, усиленных углеволокном, в том числе рассмотреть способ их расчета по предельным состояниям.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при изгибе.
2. Калугин А.В. Деревянные конструкции. Учеб. пособие (конспект лекций). – М: Издательство АСВ, 2003. – 224 с.
3. Пороки древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tyap-tyap.org/derevo/poroki\\_drev.shtml](http://www.tyap-tyap.org/derevo/poroki_drev.shtml) (дата обращения 26.02.2020).
4. М.А. Водяников, Г.Г. Кашеварова. Анализ возможностей совместного применения углепластиков и клееной древесины, работающих в агрессивной среде // Строительные конструкции зданий и сооружений, 2016. – № 6, ч. 1. – 9 с.
5. Параничева Н.В., Назмеева Т.В. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов // Инженерно-строительный журнал, 2010. – № 2, С. 19–22.
6. А.В. Крицин, Д.М. Лобов, Исследование деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, при статическом изгибе // Приволжский научный журнал, 2012. – № 4, С. 55–60.
7. Углеродные волокна, их свойства и получение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/YJae3kwt0LU/all.html> (дата обращения 20.02.2020).

**Бредигин В.Г.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [bredigin@yandex.ru](mailto:bredigin@yandex.ru)

Научный руководитель: Коновалова А.И., старший преподаватель кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

### **РАЗРАБОТКА ПУЛЬТА ОПЕРАТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ**

Для повышения эффективности любого производства предприятия вынуждены производить мероприятия по модернизации, которые в свою

очередь могут осуществляться экстенсивным и интенсивным путями. Под экстенсивными методами понимают увеличение количества цехов, работников и оборудования. Интенсивный метод осуществляют за счет улучшения технологического процесса: внедрение новых технологий, методов работы или изменения структуры самого предприятия. Одним из основных направлений по модернизации производства является его автоматизация, это приводит к повышению эффективности и производительности, а так же высвобождает часть работающих. Модернизация по энергетической части позволяет сокращать затраты на электроэнергию с помощью установки более энергосберегающего оборудования и подборке оптимальных по мощности двигателей.

В судостроительном производстве возникает необходимость выполнения сварочных работ в вакууме для улучшения качества сварного шва. С этой целью на производстве могут быть использованы специальные установки электронно-лучевой сварки (ЭЛС). Установки ЭЛС предназначены для сварки горизонтальных стыков изделий, сферической и цилиндрической формы; позволяют выполнять заварку дефектов сварных швов.

На одном из судостроительных предприятий располагается уникальная в своем роде по габаритам установка УЛ-214. Такая установка представляет собой сложный комплекс, в состав которого входит высоковольтный источник питания, прецизионные электромеханические манипуляторы электронно-лучевой пушки и изделия, вакуумная система откачки. Технологические процессы создания покрытий методами электронно-лучевого оплавления содержат достаточно большое количество параметров, которые необходимо предварительно задавать и затем контролировать в течение всего цикла обработки. Больше всего параметров задается, как правило, в специальных приборах управления лучом. Более подробно назначение и состав установки рассмотрен в [1].

С технической стороны вопрос предпосылками к модернизации УЛ-214 являются:

- 1) большой объем аварийного или не поддающегося ремонту оборудования, в том числе из-за отсутствия необходимых комплектующих или запасных частей;
- 2) большой объем устаревшего оборудования;
- 3) недостаточная эффективность эксплуатируемого оборудования;
- 4) необходимость увеличения производительности систем и комплексов;
- 5) расширение производства в перспективе.

Основные этапы модернизации насосной станции УЛ-214 должны включать следующие работы: разработка автоматизированного комплекса управления основными электроприводами станции с целью замены релейно-контакторного управления, в том числе предусматривающий под-

держание работ при авариях; демонтаж имеющейся установки; замена основных насосных агрегатов; установка аварийного источника питания; монтаж кабельных трасс; подключение оборудования к сети; пуско-наладочные работы.

На первом этапе при проектировании автоматизированного комплекса необходимо выбрать среду разработки. В качестве потенциально возможных сред были рассмотрены следующие варианты: IndraWorksEngineering, CoDeSys и LabVIEW.

LabVIEW- графическая среда для создания программ в системах сбора, анализа, измерения, визуализации и обработки данных, а также для управления и автоматизации технических объектов и технологических процессов. LabVIEW имеет уникальный графический интерфейс и программирование, которое существенно отличается от работы на Java или C. Создание приложений представляет собой процесс образования блок-диаграммы из графических образов (иконок), что позволяет сконцентрировать все свое внимание только на работе с потоком данных. Любая программа является виртуальным прибором, имеющим «лицевую панель» (все средства ввода-вывода для управления прибором: переключатели, кнопки, светодиоды, информационные табло, лампочки, графики, текстовые поля и прочее) и «блок-схему» (логика работы программы). Все части программы соединены между собой нитями, по которым совершается передача данных. Каждый виртуальный прибор может включать в себя другие виртуальные приборы. Система, созданная в LabVIEW, намного превосходит любой реально существующий лабораторный инструмент, позволяя самостоятельно определять нужные функции создаваемого аппарата. При необходимости, изменения можно внести всего за пару минут [2].

С помощью IndraWorks решаются все задачи автоматизации на базе ПЛК и ввода в эксплуатацию приводов в единой программной среде с интуитивно понятным интерфейсом [3]. Среда предоставляет все необходимые основные инструменты, включая однородно интегрируемую среду CoDeSys V3. Преимуществом IndraWorks является быстрый и прозрачный доступ ко всем функциям и системным данным элементов автоматизации. IndraWorks реализует сквозное управление на базе современных технологий Windows и обширный набор мастеров для проектирования систем управления, приводов и периферийных устройств.

Среда CoDeSys позволяет легко перейти от релейно-контакторного управления к программному коду, реализующему аналогичные функции схемы, при использовании языка программирования LD. Особенностью указанной среды является возможность разработки графического интерфейса пульта управления, где нажатие на кнопку активирует необходимую часть программы, тем самым реализуя определенную функцию схемы. За счет схмотехнических решений некоторые функции можно вы-

полнить в автоматическом режиме. Это позволяет на основе одной программы произвести полную модернизацию управления приводами насосной станции без использования дополнительных программных сред.

С учетом рассмотренных особенностей для модернизации оптимально использовать среду CoDeSys. Графическое представление пульта управления одним насосом в среде CoDeSys представлено на рис. 1.



Рис. 1. Пульт управления

Пульт оператора должен обеспечивать выполнения следующих действий: подключение питания к оборудованию, подачу масла, управление насосами.

Подключение к сети осуществляется нажатием клавиши «СЕТЬ», после чего оператор подает масло путем нажатия на клавишу «КЛАПАН МАСЛОПОДАЧИ». Насос запускается нажатием клавиши «НАСОС №1», затем система переходит в автоматический режим запуска, в таком режиме пульт отображает состояние системы с помощью индикаторов.

В первую очередь насос работает в режиме холостого хода. Когда происходит открытие байпаса, то загорается первый сектор индикатора затвора, так же у байпаса предусмотрена возможность ручного управления (клавиша «БАЙПАС ОТКРЫТ»). Закрытие байпаса происходит автоматически путем срабатывания датчика давления. После отработки байпаса, индикатор затвора отображает полное заполнение, что соответствует открытию затвора и выходу системы в рабочий режим. Если затвор не вышел на открытие в автоматическом режиме, следует нажать клавишу «Z1» на пульте управления.

Таким образом разработанная система в процессе откачки воздуха из камеры, а также в следующий за ним процесс поддержания рабочего вакуума, обеспечивает работу насоса в этой среде без отклонений от программы.

Остановка системы осуществляется следующим образом: оператор производит нажатие клавиши «Z2», в ответ на нажатие клавиша подсвечивается красным цветом, сигнализируя о закрытии затвора, а индикатор

начинает показывать положение затвора при закрытии. Автоматически срабатывает газобалластное устройство, зелеными индикаторами подсвечиваются клапаны «№1», «№2», «№3» и «№4», время работы которых задается программно, после чего происходит отключение. Предусмотрена возможность ручного управления включением и отключением устройства путем нажатия клавиш «ГАЗОБАЛЛАСТНОЕ УСТРОЙСТВО» и «ВЫКЛЮЧИТЬ ГАЗОБАЛЛАСТНОЕ УСТРОЙСТВО» соответственно.

В режиме ручного управления необходимо включить натекаТЕЛЬ КЛИМАТИКЕХ (клавиша «Z3»), после чего включится в работу индикатор открытия. Работа происходит до тех пор пока, давление в камере не выровняется с атмосферным. В ручном режиме следует закрыть клапан маслоподдачи нажатием на клавишу «ЗАКРЫТЬ КЛАПАН», затем вывести из работы насос, нажав на кнопку «СТОП» и выключить «СЕТЬ». Работу системы насосов можно считать завершённой.

### Список литературы

1. Сомпольцева А.А., Бредигин В.Г., Таразанов К.Д. Обзор оборудования электронно-лучевой сварки // Научные исследования: проблемы и перспективы. Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 8–12.
2. National Instruments и LabView 8 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://lab127.karelia.ru/~ekostq/PUBLIC/IntSrlzm\\_NEW/page1/page3.html](http://lab127.karelia.ru/~ekostq/PUBLIC/IntSrlzm_NEW/page1/page3.html) (дата обращения: 12.03.2020).
3. Автоматизация промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://avtprom.ru/article/codesys-%E2%80%93-povsednevnyi-instrumen> (дата обращения: 15.03.2020).

#### **Буркова В.П.**

студент Высшей инженерной школы, burkova.lera@yandex.ru

Научный руководитель: Губенко Л.А., канд. техн. наук, доцент кафедры инженерных конструкций, архитектуры и графики

### **НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КЛЕЕНЫХ БАЛОК ИЗ НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**Аннотация:** приводятся данные испытаний на изгиб нескольких клееных балок, усиленных различными способами, и контрольных неусиленных балок. Даются рекомендации по усилению клееных балок из низкосортной древесины.

**Ключевые слова:** низкосортная древесина, армирование, прочность, напряжение, разрушение, предварительное напряжение.

Цель работы: найти возможность более широкого применения низко- сортной древесины в клееных деревянных конструкциях.

Клееная древесина, подобно железобетону, может быть усилена предварительно напряженной арматурой, в качестве которой можно использовать волокнистые усиленные пластики FRP, а также тканые, пропитанные пластиком ленты Kevlar. В данной статье анализируются некоторые результаты научных исследований Мэдисоновской Лаборатории Лесных продуктов, представленные в техническом отчете Национальной Конференции по деревянным транспортным конструкциям США [1]. Исследования показали, что, как только сорт древесины понижается, несущая способность клееных балок становится более зависимой о прочности древесины на растяжение, чем от прочности на сжатие [2]. Поэтому размещение армирования с высоким модулем упругости и пределом прочности в растянутой зоне элементов, работающих на изгиб, может улучшить несущую способность и жесткость балок по сравнению с неармированными. С помощью процесса предварительного напряжения в элементе создаются усилия, обратные по знаку напряжениям, вызванным прикладываемой нагрузкой. При размещении предварительно напряженной арматуры Kevlar между слоями в растянутой зоне балки создаются сжимающие усилия, которые помогают противодействовать растягивающим напряжениям, возникающим при нагружении балок.

Для выяснения эффекта армирования были законструированы и испытаны на изгиб несколько балок, усиленных предварительно напряженной арматурой, ненапряженной арматурой и контрольных неусиленных балок. Балки были изготовлены из 9 слоев досок 102×51 мм из древесины сосны 3 сорта. Сечения балок изображены на рис. 1.

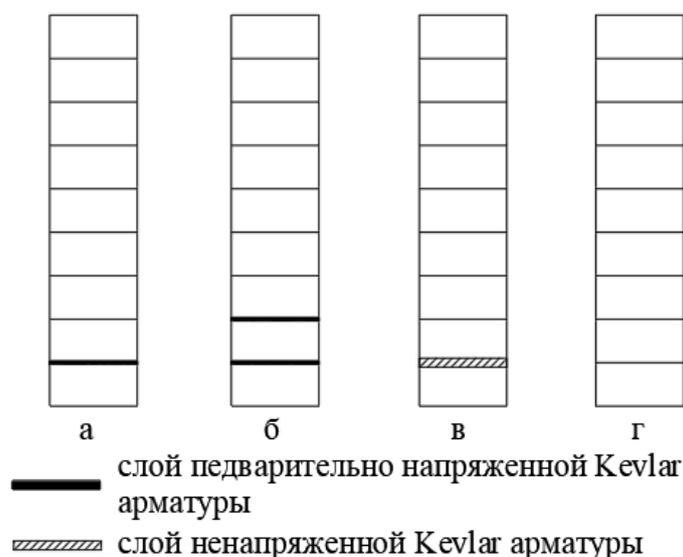


Рис. 1. Сечения испытываемых банок: а, б, в – армированные Kevlar арматурой; г – контрольные неармированные.

Kevlar армирование представляет собой однонаправленную липкую волокнистую ленту. Площадь одного слоя ленты составляет 29,4 мм<sup>2</sup>. Предварительно напряженные балки были изготовлены путем натяжения арматуры Kevlar на упоры, затем вклеиванием ее между выбранными слоями в балках. Усилия предварительного напряжения находились от 40 до 47 кН для балок с одним слоем армирования и 67–79 кН для балок с двумя слоями армирования.

Балки были испытаны на изгиб по методам в соответствии с ASTM D 198-84 «Стандартный метод статических испытаний древесины строительных размеров».

Балки в испытательной установке опираются на жесткие и катковые опоры. Все балки были установлены и испытаны при влагосодержании менее 15 %.

В результате испытаний выяснено, что экспериментальные результаты значительно отличаются от теоретических прогнозов. Ненапряженные армированные балки и предварительно напряженные армированные балки с одним слоем Kevlar показали существенное увеличение прочности на изгиб по сравнению с балками, а армированными несколькими слоями Kevlar. Но все же и многослойно армированные балки оказались прочнее, чем совсем неармированные.

Одна из возможных причин отличия экспериментальных результатов от теоретических прогнозов – влияние шиповых соединений и дефектов. Каждая балка разрушилась в пределах области упругих деформаций в растянутой зоне. Результаты показывают, что 15 из 28 испытанных балок разрушились в шиповом соединении, 5 – в месте сучка в растянутой зоне, 8 – в растянутой зоне без дефектов. Но сразу разрушились только неармированные балки. Предел прочности при наличии сучка такой же, как в шиповом соединении. У чистой древесины он выше (табл. 1).

Таблица 1

Значения пределов прочности

Характер разрушения	Величина предела прочности, МПа	Количество балок
Сучок	34,5	5
Шиповое соединение	35,0	15
Чистая древесина (в растянутой зоне)	42,3	8

В дополнение к испытаниям на изгиб проводились испытания на сдвиг, чтобы определить прочность связи арматуры Kevlar с древесиной. Они производились в соответствии с ASTM D 905-86 «Стандартный метод тестирования для прочностных характеристик клейких сцеплений сдвига при сжатии».

Испытания показали, что сопротивление сдвигу Kevlar древесина граничных поверхностей уменьшается с увеличением силы натяжения ар-

матуры Kevlar на упоры. При увеличении натяжения арматуры до 25-52 кН сопротивление срезу более низкое, чем даже совсем без Kevlar. Из выше сказанного следует:

– армирование клееных балок, изготовленных из низкосортной древесины, увеличивает их прочность.

– необходимо ограничить процент армирования и уровень предварительного напряжения в предварительно напряженных клееных балках.

– армирование (усиление) деревянных конструкций позволяет использовать низкосортную древесину по всей высоте балок, то есть и в растянутой зоне.

### Список литературы

1. National Conference on Wood Transportation Structure, October 21-25, 2006, in Modison/ Technical Report, Wisconsin, 494 p.

2. Губенко Л.А., Хандов М.Г. Возможность применения низкосортной древесины в клееных деревянных конструкциях / Строительная наука – XXI век: теория, образование, практика, инновация Северо-Арктическому региону: сборник трудов VII международной научно-технической конференции (28–30 июня 2016 г.) / под ред. Б.В. Лабудина, – Архангельск, Издательство ООО «Агенство рекламы РАД», 2016 – 387 с.

#### **Вишнякова Н.А.**

студент Высшей инженерной школы, [nv991219@gmail.com](mailto:nv991219@gmail.com)

Научный руководитель: Никитина Т.А., старший преподаватель кафедры инженерных конструкций, архитектуры и графики

### **СИСИТЕМА «УМНЫЙ ДОМ» НА ПРИМЕРЕ СТРАН БАРЕНЦ-РЕГИОНА**

Растрата энергоресурсов – это глобальная проблема. В наше время многие задумываются о энергоэффективности, потому что человечество уже не раз переживало энергетические кризисы. Так как залежи нефти, газа и угля со временем истощаются, человечество ищет новые источники энергии и энергоэффективные решения.

Энергоэффективный дом – это дом, в котором оптимизированы энергетические процессы. Он является хорошим энергосберегающим объектом, по сравнению с иными зданиями. Главным показателем энергоэффективности здания является его класс энергетической эффективности. Здание наивысшего класса энергоэффективности (пассивное здание) использует только ту энергию, которую само и вырабатывает.

Источниками энергии для такого умного дома могут быть солнечные батареи, ветроустановки, геотермальная энергия.

Помимо поисков альтернативных источников энергии, энергоэффективный дом должен разумно ее использовать. В этом ему помогает современная система «умный дом».

Умный дом – единая система управления в доме, офисе, квартире или здании, включающая в себя датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства.

Подчинить централизованному контролю с помощью системы «умный дом» можно отопление, освещение, водопровод.

Управляющие элементы принимают сигналы с датчиков и контролируют работу исполнительных устройств, действуя согласно заданным алгоритмам и объединяя многие системы в доме, такие как отопление, вентиляция и кондиционирование, охранная и пожарная сигнализация и другие.

В наше время система «умный дом» набирает огромную популярность и развивается в разных странах с разной скоростью. Разберем разные системы на примере стран Баренц-региона.

В Швеции в Мальме был построен жилой комплекс, который большую часть необходимой для его функционирования энергии использует из возобновляемых источников. В квартале Холлбархетен были установлены ветряные турбины, солнечные батареи и специальные станции для подзарядки электромобилей. Система «умный дом» представлена в данном комплексе в виде термостатов, которые регулируют температуру в зависимости от времени суток, предназначения комнаты, а также от времени года. Большое количество техники запрограммировано работать на то время, когда тариф на электроэнергию ниже. Так же в зависимости от времени суток и времени года регулируется освещенность в разных комнатах. Проект призван доказать, что даже в сравнительно холодном климате можно использовать энергию солнечных батарей. В двух домах экспериментального комплекса котлы для нагрева воды в качестве дополнительного топлива используют также и биогаз.



*Рис. 1. Жилой комплекс в городе Мальме*

В Финляндии крупные жилищные компании внедряют систему «умный дом» в старые многоэтажные дома в городах Хельсинки и Вантау для снижения энергопотребления. По расчетам правительства, эта система энергосбережения сэкономит государству несколько миллионов евро в год.

Менеджер проекта Тимо Руохомяки (Timo Ruohomäki) из Forum Virium Helsinki, инновационного подразделения города, объяснил, что на отопление в зимний период приходится около 70 % энергопотребления многоквартирных домов. Такие дома мало оснащены для активного мониторинга отопления, основанного на фактических потребностях жильцов. Эксперт утверждает, что энергозатраты могут быть уменьшены за счет регулировки отопительной сети, замены водяного циркуляционного насоса и другими простыми способами.

Председатель совета директоров жилищной компании Lohkisaarentie Ристо Ляхтенмяки (Risto Lähteenmäki) заявил, что в Финляндии есть большое количество зданий, энергозатраты которых можно уменьшить в некоторое количество раз. Сейчас компания ждет результатов проекта, чтобы понять, насколько перспективна эта технология и какое количество денежных средств она поможет сэкономить.

В Норвегии компания ZEB создала дом с отрицательным потреблением энергии. Такого эффекта им удалось добиться за счет некоторых способов, таких как установка крыши под углом 19°, для эффективного использования солнечного света; увеличение площади окон для обеспечения оптимального естественного освещения; в пол дома вмонтированы радиаторы, связанные с системой регенерации тепла, а избыточная энергия уходит на подогрев водопроводной воды.



Рис. 2. Проект энергоэффективного дома компании ZEB

В настоящее время система «умный дом» набирает популярность в России. Автоматизация систем освещения, систем кондиционирования, систем безопасности – то, что входит в обиход современного населения. Да, данные технологии не используют повсеместно, но каждый может приобрести умную розетку, которая управляется с телефона и уберезет вас от нечаянно не выключенного утюга.

## Список литературы

1. Что такое умный дом? // dom-electro.ru URL: [http://www.dom-electro.ru/ %D1 %87 %D1 %82 %D0 %BE- %D1 %82 %D0 %B0 %D0 %BA %D0 %BE %D0 %B5- %D1 %83 %D0 %BC %D0 %BD %D1 %8B %D0 %B9- %D0 %B4 %D0 %BE %D0 %BC/](http://www.dom-electro.ru/%D1%87%D1%82%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%B4%D0%BE%D0%BC/) (дата обращения: 21.03.2020)
2. В Финляндии старые дома оснащают «умными» датчиками // everest.ua URL: <https://www.everest.ua/ru/ai-platform-2/smart-city/v-finlyandii-starye-doma-osnashhajut-umnymi-datchikami/> (дата обращения: 21.03.2020)
3. Почему в Норвегии электричество // proproekt.su URL: <http://proproekt.su/pochem-v-norvegii-elektrichestvo/> (дата обращения 22.03.2020)
4. Мальмё – город-новатор в области ВИЭ // alternativenergy.ru URL: <https://alternativenergy.ru/novosti-alternativnoy-energetiki/1035-malme-gorod-novator-v-oblasti-vie.html> (дата обращения: 22.03.2020)

### **Волова А.В.**

аспирант Высшей школы естественных наук и технологий, lenikaEmerald@yandex.ru  
Научный руководитель: Наквасина Е.Н., д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства

### **РАЗЛИЧИЯ В МАКРОСТРУКТУРЕ ДРЕВЕСИНЫ МЕЖДУ ФОРМАМИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)**

Береза является древесной породой-пионером, характеризующаяся светолюбивостью, а также устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и быстрым ростом. Еще 10–15 лет назад в России лесопотребляющие предприятия по большей мере использовали хвойную древесину. Древесину лиственных пород использовали в ограниченных объемах, но зарубежный и передовой опыт в нашей стране доказал, что данную древесину можно использовать во многих производствах и в большинстве случаев она может заменить хвойную. Береза дает высококачественное сырье для разных отраслей промышленности, кроме того, все ее части – почки, ветки, листья, береста, сок и особенно древесина с давних времен широко используются человеком. Самое важное направление использования лиственной древесины – переработка ее в целлюлозно-бумажном производстве. Она отличается от хвойной древесины по химическому составу, макроструктуре и морфологическому строению [4]. Это требует переработки лиственной древесины отдельно от хвойной по специальным технологическим регламентам на отдельных технологических потоках. Древесина лиственных пород в незначительном объеме находит свое применение и в лесопильном производстве. Традиционным потребителем высококачественной березо-

вой древесины является фанерное производство. Также, весьма эффективно использование лиственной древесины в древесно-плитном производстве, при изготовлении различных покрытий для пола [4, 11].

Древесина березы рассеянососудистая, белого цвета, с легким желтоватым или красноватым оттенком. Годичные слои заметны плохо. Сосуды мелкие, сердцевинные лучи узкие, по цвету не отличаются от общего фона древесины. Древесина у березы блестящая, довольно плотная и, по сравнению с древесиной липы, осины и ольхи, более тяжелая. По физико-механическим свойствам ее можно охарактеризовать как умеренно тяжелую, значительно усыхающую, прочную, мягкую и умеренно вязкую [2, 10]. У березы нет двухслойного четкого деления годичного слоя на раннюю и позднюю древесину, как, например, у сосны и, соответственно, фанера получается более ровная. Это выгодно для производства. Ценится прочная фанера, она получается из древесины с тонкими годичными кольцами. Для отбора деревьев с такой древесиной целесообразно было бы подобрать маркерные внешние признаки.

Береза отличается высокой морфолого-физиологической пластичностью, проявляющейся по различным признакам в пределах рода и вида [1, 9]. В процессе изучения ее изменчивости основным маркером было принято соотношение на стволах трещиноватой коры различной конфигурации и размеров с гладкой берестой, цвет коры и параметры корки. Именно с этими признаками тесно связаны показатели роста, строения и технических свойств древесины [3, 7, 8].

По морфологии коры ствола березы, дифференцируя различные ее показатели, исследователи выделяли от 3–4 форм до 12 форм [6, 12]. Несмотря на это, классическими остаются формы, выделенные А.С. Яблоковым – гладкокорая, ромбовидно-трещиноватая и грубокорая, отличающиеся внешним обликом и высотой поднятия корки. Данное деление считается наиболее предпочтительным с хозяйственной точки зрения [7] и применялось в дальнейшем многими авторами для целенаправленных селекционных исследований.

Цель наших исследований: сравнение показателей макроструктуры у выделенных форм березы повислой (гладкокорая, грубокорая, ромбовидно-трещиноватая) в однотипных условиях.

Исследования были проведены на территории города Архангельска, в аллеиных посадках березы повислой, где были обнаружены и замаркированы по 20 деревьев каждой формы – гладкокорой, ромбовидно-трещиноватой и грубокорой. Средняя высота деревьев варьировалась от 9 до 10 м, а средний диаметр был в пределах от 29,5 до 31,6 см. Возраст деревьев был от 39 до 59 лет. Как отмечают другие исследователи, самым интенсивным ростом берёзы в высоту наблюдали до возраста 20–40 лет, это зависит от типа леса. Максимальные текущие изменения берёзы по

диаметру отмечают в возрасте 30–60 лет, а в 120–140 лет рост по диаметру почти сокращается [10].

С каждого дерева взяли небольшой цилиндрический образец (кern). Kern древесины из ствола дерева извлекали при помощи бурава Пресслера. Основа бурава состоит из полой трубки, на одном конце которой находится режущая часть, имеющая винтовую нарезку, а на другом конце устанавливается рукоятка, обеспечивающая её вращение. Для извлечения kernа дерева используется специальное приспособление – экстрактор.

Каждый kern укладывали в пластиковую коробочку и наклеивали маркировочный ярлык с описанием морфотипа березы. В лабораторных условиях определяли ширину годичного кольца, число колец на 1 см длины kernа. Ширина годичного слоя прироста – один из наиболее чутких показателей, который немедленно реагирует на изменение условий произрастания.

У берёзы на ширину годичного слоя влияют погодные условия, прежде всего это засуха, она резко снижает прирост берёзы [10].

Ширину годичных колец определяли при помощи микроскопа МБС-1 с точностью до 0,1 мм. Подсчёт производили последовательно от самого последнего (внешнего) до самого первого кольца (на другом конце kernа).

Материалы обрабатывали с помощью методов вариационной статистики [5]. По полученным показателям считали средние значения, коэффициент изменчивости, стандартную ошибку среднего значения. Сравнение пар признаков между формами проводили, используя критерий Стьюдента (рассчитывали достоверность различий средних значений и сравнивали с табличным значением на 5 % уровне значимости).

Исходя из полученных результатов можно отметить (табл.1), что показатели макроструктуры древесины имели отличия между выделенными формами.

Таблица 1

Статистические показатели макроструктуры древесины березы и достоверность различия между выделенными формами

Показатели	Форма березы	Min	Max	X̄	m <sub>x</sub>	С	Достоверность различия		
							Гл РТ	Гл Гр	РТ Гр
Ширина годичного кольца, мм	Гл	1,89	2,67	2,31	0,051	9,79	0,5080	<b>3,6813</b>	<b>3,8928</b>
	РТ	1,77	2,89	2,27	0,060	11,81			
	Гр	1,91	3,29	2,65	0,077	13,05			
Число годичных колец на 1 см длины kernа, шт.	Гл	3,10	4,50	3,81	0,070	8,25	2,0120	0,8435	1,3257
	РТ	2,60	4,20	3,59	0,084	10,46			
	Гр	3,30	4,40	3,73	0,064	7,64			

*Примечание:* Гл – гладкокорая форма березы, РТ – ромбовидно-трещиноватая форма, Гр – грубокорая форма, X̄ – среднее значение; m<sub>x</sub> – стандартная ошибка среднего значения; С – коэффициент изменчивости (%); t<sub>st</sub> – стандартное значение по Стьюденту, t<sub>005</sub>=2.

Минимальная ширина годичного кольца составляет 1,77 см, а максимальная – 3,29 см. Наибольшее значение изменчивости отмечается у грубокорой формы (13,05 %), а наименьшее у гладкокорой формы (9,79 %). Ромбовидно-трещиноватая форма занимает промежуточное положение (11,81 %).

Различия оказались достоверны между гладкокорой и грубокорой формами березы повислой (3,68) и между грубокорой и ромбовидно-трещиноватой формами (3,89). Это значит, что грубокорая форма по этому признаку существенно отличается от двух других форм. Гладкокорая и ромбовидно-трещиноватая форма имеют близкие значения по радиальному приросту. В отношении количества годичных колец на 1 см длины керны можно отметить, что максимальное количество отмечается у гладкокорой формы березы (4,5 шт.), а минимальное у ромбовидно-трещиноватой формы (2,6 шт.). Достоверность различий по этому показателю между формами доказана не была, но гладкокорая форма имеет наибольшее отличие от ромбовидно-трещиноватой формы (2,01), грубокорая форма занимает промежуточное положение.

По изученным показателям можно судить о плотности древесины различных форм березы: низкие показатели говорят о ее повышенной плотности. Это позволяет утверждать, что маркером повышенной плотности является гладкая кора березы. Именно такие стволы или по крайней мере с ромбовидными трещинками, лучше отбирать для производства фанеры. Балансы стволов с грубой корой менее плотные и дадут фанеру худшего качества.

Сравнение у березы повислой (*Betula pendula* Roth.) показателей макроструктуры в пределах форм, выделенных по различным типам трещиноватости коры (гладкокорая, ромбовидно-трещиноватая и грубокорая), показало, что между формами имеются подтвержденные различия. Гладкокорая форма имеет древесину с узкими кольцами и наибольшее количество колец на 1 см длины керны. Ромбовидно-трещиноватая форма занимает промежуточное положение, однако находится ближе к гладкокорой форме березы, чем к грубокорой. У грубокорой формы отмечаются более широкие годичные кольца, чем она достоверно отличается от двух других форм.

Как мы уже указывали ранее, в производстве фанеры ценится более плотная древесина и на основании нашего исследования мы можем предложить использовать в фанерном производстве гладкокорую или ромбовидно-трещиноватую форму. Грубокорую форму лучше использовать на другое производство.

#### Список литературы

1. Ветчинникова, Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). – М.: Наука, 2004.– 183 с.

2. Вихров В.Е. Диагностические признаки древесины главнейших лесохозяйственных и лесопромышленных пород СССР. [Учеб. пособие для лесотехн., лесохоз. Вузов и биол.-почв. фак. ун-тов]. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1959 – 132 с.
3. Галеев, Э.И. Березняки Южного Урала (на примере березы повислой): автореф. дис. на соискан. учен. степ. канд. с/х наук 06.03.03 / Галеев Эрик Ирасович. – Екатеринбург, 2000. – 23 с.
4. Гроздова Н.Б. Береза. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 78 с.
5. Гусев, И.И. Моделирование экосистем: учебное пособие / И.И. Гусев. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. – 112 с.
6. Данченко, А.М. Возрастная динамика наследуемости и изменчивости признаков материнских деревьев березы и их потомков / А.М. Данченко, С.А. Кабанова // Лесной вестник. – 2000. – № 3. – С. 132–153.
7. Коновалов, В.Ф. Полиморфизм природных популяций березы повислой по типу коры и габитуальным признакам на южном Урале / В.Ф. Коновалов, Э.И. Галеев, А.С. Магафуров // Лесной Вестник, №5, 2001. – С. 55–62.
8. Косиченко, Н.Е. Анатомическая структура коры форм березы повислой в связи с различным характером накопления и растрескивания корки / Н.Е. Косиченко, В.К. Попов, Ю.А. Ломовских // Селекционные основы повышения продуктивности лесов: сб. научн. тр. – Воронеж. – 1979. – С. 26–34.
9. Махнев, А.К. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура берез секции *Albae* и *Nanae*. М.: Наука, 1987. – 128 с.
10. Феклистов П.А., Амосова И.Б. Морфолого-физиологические и экологические особенности березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в таежной зоне. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. – 214 с.
11. Чупров, Н.П. Березняки Европейского Севера России. Архангельск: СевНИИЛХ, 2008. – 386 с.
12. Яблоков, А.С. Селекция древесных пород. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 487 с.

**Гилязова А.А.**

магистрант Высшей школы естественных наук и технологий,  
[gilyazova.anastasiya@mail.ru](mailto:gilyazova.anastasiya@mail.ru)

Научный руководитель: Севастьянова Ю.В., канд. техн. наук, доцент, директор Инновационно-технологического центра «Современные технологии переработки биоресурсов Севера»

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ БУМАГИ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

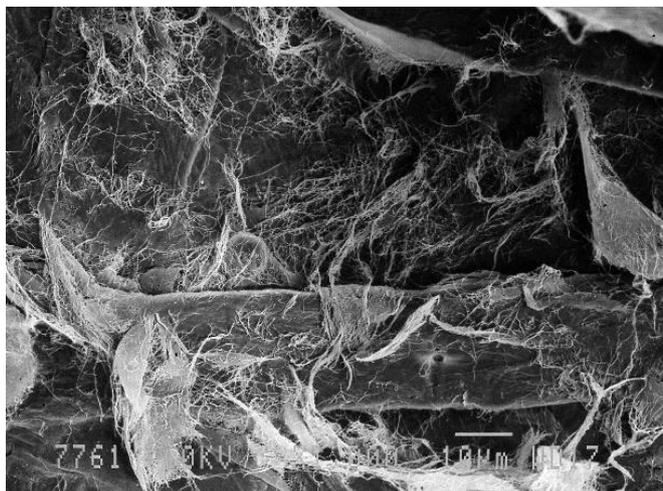
Основная область применения растровой электронной микроскопии (РЭМ) – анализ рельефа поверхности. Метод основан на зондировании

поверхности изучаемого образца электронным зондом (диаметром до 5–10 нм). Пучок электронов совершает возвратно-поступательное движение по линии или разворачивается в растр – совокупность близко расположенных параллельных линий, вдоль которых пучок электронов обегает выбранный для исследования участок поверхности [1].

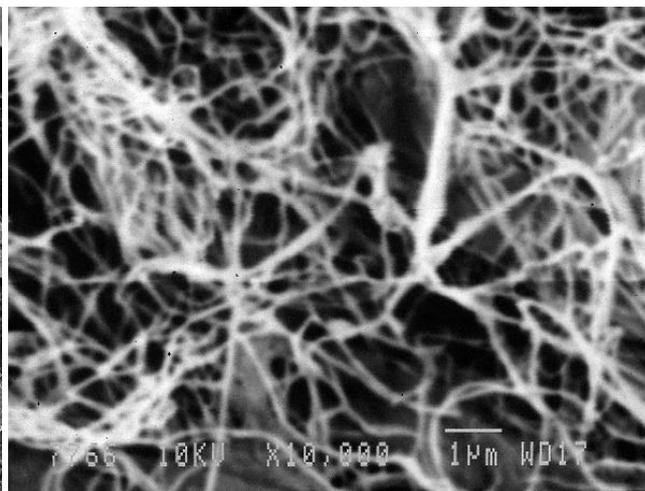
Для проведения исследований бактериальную целлюлозу поставляют кураторы работы: заведующая лабораторией биоконверсии, к.х.н., доцент Будаева В.В., старший научный сотрудник, к.т.н., доцент Скиба Е.А., научный сотрудник, к.х.н. Гладышева Е.К., научный сотрудник, к.х.н. Гисматулина Ю.А. из лаборатории биоконверсии ФГБУН институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук города Бийск [2].

Изучение структуры фильтров на основе композиции хвойной белевой и бактериальной целлюлозы, полученных двумя методами: «самоорганизацией» волокон и поверхностного нанесения, на сканирующем электронном микроскопе JEOL GSM 840 (Япония) проводилось при помощи лаборатории биоконверсии ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск).

Перед исследованием морфологии образцы фильтров были помещены в воду для набухания, затем лиофильно высушены, после чего на них было нанесено напыление Pt толщиной слоем 1–5 нм. Исследование РЭМ проведено при увеличении от 200 до 10000 раз. На рис. 1 и 2 приведены фотографии РЭМ образцов бумажных фильтров полученных методом «самоорганизации» волокон, при увеличении  $\times 1000$  и  $\times 10000$ .



*Рис. 1.* Фото РЭМ образца, полученного методом «самоорганизации» волокон при увеличении  $\times 1000$

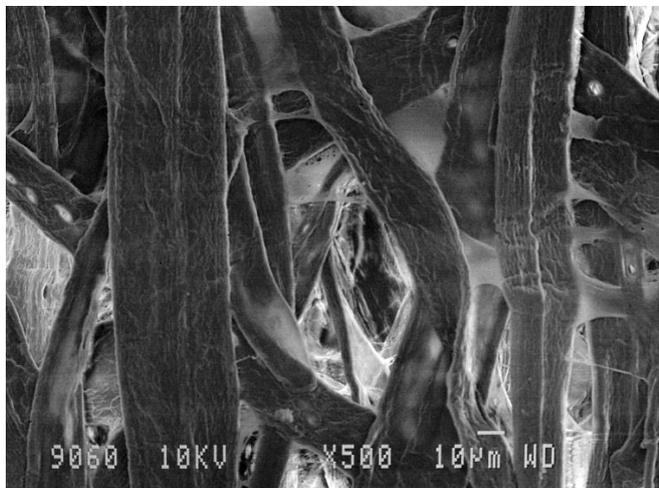


*Рис. 2.* Фото РЭМ образца, полученного методом «самоорганизации» волокон при увеличении  $\times 10000$

На рис. 1 при увеличении в 1000 раз видны крупные волокна растительной целлюлозы шириной от 20 до 140 мкм и сеть ультратонких (толщиной менее 1 мкм) волокон БЦ. На рис. 2 с увеличением в 10 000 раз

видна только сеть ультратонких волокон БЦ, так как фокус микроскопа был направлен конкретно на тонкие волокна БЦ.

На рис. 3 и 4 приведены фотографии РЭМ образцов бумажных фильтров, полученных методом поверхностного нанесения, при увеличении  $\times 500$  и  $\times 1000$ .



*Рис. 3.* Фото РЭМ образца, полученного методом поверхностного нанесения при увеличении  $\times 500$ . Снято со стороны растительной целлюлозы



*Рис. 4.* Фото РЭМ образца, полученного методом поверхностного нанесения при увеличении  $\times 1000$ . Снято со стороны нанесения бактериальной целлюлозы

На рис. 3 при увеличении в 500 раз видны крупные волокна растительной целлюлозы шириной от 20 до 140 мкм и сеть ультратонких (толщиной менее 1 мкм) волокон БЦ в виде «перетяжек». На рис. 4 с увеличением в 1000 раз видна только сеть ультратонких волокон БЦ.

В данном анализе не приведены фотографии при увеличении в 200 раз, потому что структуру БЦ можно увидеть только при увеличении не менее 1000 раз. При увеличении в 500 раз сеть ультратонких волокон БЦ выглядит как «перетяжка» между волокнами растительной целлюлозы.

Проведенное исследование показало:

- возможно создание новых видов структуры материалов исследуемыми методами;
- РЭМ позволяет провести подробное исследование структуры материала.

### Список литературы

1. Кузин А.Ю., Марютин В.Н., Календин В.В. Методы и средства измерений линейных размеров в нанометровом диапазоне // Микросистемная техника. 2001. № 4. С. 3.
2. Гилязова А.А. Создание фильтровальной бумаги для биологических жидкостей с добавкой бактериальной целлюлозы // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых учёных Высшей школы естественных наук и технологий САФУ – 2019: сборник материалов конференции. 2019. С. 22–26.

3. Алешина Л.А., Глазкова С.В., Подойникова М.В., Фофанов А.Д., Силина Е.В. Современные представления о структуре целлюлоз //Химия растительного сырья. – 2001. – № 1. – С. 5–36.

4. Болотова К.С., Чухчин Д.Г., Майер Л.В., Гурьянова А.А. Морфологические особенности фибриллярной структуры растительной и бактериальной целлюлозы // Лесн. журн. 2016. № 6. С. 153–165. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.153

5. Mam I. // Trans. Faraday Soc. 1956. Vol. 52. P. 492–497.

6. Czaja W.K. The future prospects of microbial cellulose in biomedical applications / W.K. Czaja, D.J. Young, M. Kawecki. – Biomacromolecules. – 2007. – Vol. 8. – P. 1–12.

**Гончарова А.А., Шапран К.С.**

студенты Высшей школы естественных наук и технологий, [Anna-gon00@rambler.ru](mailto:Anna-gon00@rambler.ru), [shaprankr@gmail.com](mailto:shaprankr@gmail.com)

Научный руководитель: Любова С.В., канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры лесоводства и лесоустройства

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА**

Лесные экосистемы – сложные сообщества, состоящие из связанных между собой элементов: живых организмов – биоты, и абиотических элементов – воздуха, почвы и влаги. В экосистеме циркулируют потоки вещества и энергии, в результате этого образуются круговороты, связывающие в целое абиотические и биотические элементы. Лесные экосистемы важны для жизни биосферы: играют важную роль в круговороте воды, углерода и других химических элементов [6]. В зависимости от местоположения состав и структура лесных экосистем меняется. Лесная растительность, как элемент экосистемы, разнообразна: деревья, кустарники и кустарнички, травы, мхи, грибы, водоросли и лишайники.

Целью исследования является изучение лесных экосистем в окрестностях г. Архангельска. Исследования проводились в июне 2019 г. в Усть-Двинском участковом лесничестве Приморского района Архангельской области. В процессе изучения экосистем заложено 7 пробных площадей (ПП), на различных элементах рельефа, в соответствии с методикой отраслевого стандарта 56–69–83. [1] На пробной площади производили пересчет деревьев по элементам леса; измеряли средний диаметр ствола на высоте 1,3 м; высоту деревьев; характеристику подроста, подлеска, живого напочвенного покрова; закладывали почвенный разрез, описывали его ге-

нетические горизонты и определяли классификационное положение почвы (Классификация и диагностика почв СССР, 1977 г.).

В.Н. Сукачев определял тип леса, как объединение отдельных лесных биогеоценозов, однородных по составу древесных пород, по другим ярусам растительности и фауне, по микробному населению, климатическим, почвенным и гидрологическим условиям, взаимоотношениям между растениями и средой, внутри биогеоценотического обмена веществом и энергией, восстановительным процессам и направлению смен в них. [3, 5] Им предложена классификацию сосновых и еловых типов леса, в которых типы леса связаны с условиями местопроизрастания.

Мезорельеф территории исследования – холмистая равнина, высота холмов до 10–15 м. При проведении исследований заложены пробные площади на различных элементах рельефа: в верхней части холма 1, 3, 7, в средней части холма– 2, 5; в нижней – 4, 6. Тенденции развития почвенно-гидрогеологических условий на разных элементах рельефа неодинаковы. Отмечается выраженность процессов заболачивания в нижней части склона.

В зависимости от условий увлажнения на исследованных пробных площадях менялся состав древостоя естественных насаждений (табл. 1). На пробных площадях нормальным увлажнением преобладает ель, при избыточном – береза, на участке с песчаной почвой, характеризующейся недостатком влаги и питательных веществ, – сосна.

Таблица 1

Виды древостоя и их содержание, % в процентах

Породы	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7
Ель обыкновенная <i>Picea abies</i>	50	57	29	38	40	40	
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i>		43	71				100
Береза <i>Betula</i>	50			62	60	60	

Подлесок состоит из пород, которые не могут войти в верхний полог (табл. 2). Он улучшает почву, защищает всходы на вырубках от сильных заморозков, предохраняет песчаные почвы после рубки леса от выдувания ветром и смыва водой. На разных пробных площадях состав подлеска значительно меняется, например, в условиях с нормальным увлажнением преобладает рябина обыкновенная, шиповник обыкновенный и ольха серая, а на переувлажненных почвах малина обыкновенная, черная смородина, где тяжелее гранулометрический состав почвы, то есть выше трофность. Можжевельник произрастает повсеместно, в том числе и на песчаных почвах, с низкой влажностью и трофностью.

Таблица 2

## Виды подлеска на пробных площадях

Вид	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7
Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i>	+	+					
Шиповник обыкновенный <i>Rosa</i>	+	+			+	+	
Можжевельник обыкновенный <i>Juniperus communis</i>	+	+	+	+	+	+	+
Ольха серая <i>Alnus incana</i>	+	+		+		+	
Осина обыкновенная <i>Populus tremula</i>	+				+	+	
Малина обыкновенная <i>Rubus idaeus</i>						+	
Черная смородина <i>Ribes nigrum</i>						+	

Живой напочвенный покров (табл. 3) весьма разнообразен, особенно на участках с затрудненным дренажем, отмечается формирование нескольких ярусов. Кустарнички формируют ярус 20–35 см, травы 10–25 см на участках с нормальным и недостаточным увлажнением на легких почвах. На участках пробных площадей с избыточным увлажнением первый ярус трав высотой до 50–70 см представлен крупнотравьем: папоротник, дудник, иван-чай и другими. Нижний ярус развит слабее, так как сильно затенен.

Таблица 3

## Виды ЖНП, встречаемые на пробных площадях [2, 4]

Вид	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+		+			+
Голубика обыкновенная <i>Vaccinium uliginosum</i>	+						
Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i>		+					
Земляника обыкновенная <i>Fragaria vesca</i>		+					
Хвощ лесной <i>Equisetum sylvaticum</i>	+	+	+	+	+	+	
Иван-чай <i>Chamaenerion angustifolium</i>	+						
Седмичник европейский <i>Trientalis europaea</i>		+				+	
Майник двулистный <i>Maianthemum bifolium</i>		+			+		

Вид	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7
Кукушкин лён <i>Polytrichum commune</i>			+	+			
Сфагнум оттопыренный <i>Sphagnum squarrosum</i>				+			
Сфагнум болотный <i>Sphagnum palustre</i>	+	+					
Гравилат речной <i>Geum rivale</i>				+			
Кислица обыкновенная <i>Oxalis acetosella</i>		+			+	+	
Герань лесная <i>Geranium sylvaticum</i>					+		
Папоротник Линнея <i>Gymnocarpium dryopteris</i>						+	
Дудник <i>Angelica</i>					+		
Щитовник мужской <i>Dryopteris filix-mas</i>						+	
Плевроциум Шребера <i>Pleurozium schreberi</i>							+

Пробные площади 1, 3 – ельник черничный свежий и влажный. Почва – поверхностно–подзолистая супесчаная на моренных среднесуглинистых отложениях. Состав насаждений 5Е5Б. Средняя высота первого яруса – 34 м, средний диаметр ствола – 29 см; высота второго яруса – 16 м, диаметр – 10 см. Преобладающие подрост – ель, так же встречается рябина, береза. В тенденции здесь будет формироваться преимущественно жизнеспособный еловый древостой, а участие светлюбивых берез будет сокращаться (рис. 1). Живой напочвенный покров (ЖНП) представлен черникой и брусникой, проективное покрытие до 70–80 %.



а



б

Рис. 1. ПП 1: а – древостой; б – живой напочвенный покров

Пробные площади 2, 5 – ельник кисличный. Состав древостоя 5Е5Б, подрост ель, береза. Подлесок шиповник, рябина. Почва поверхностно (мелко) – подзолистая среднесуглинистая на моренных среднесуглинистых отложениях. Лесная подстилка до 10 см, среднеразложившаяся. ЖНП с проективным покрытием до 60 % кислица и майник.

Пробные площади 4, 6 – ельник травяно-сфагновый. Почва дерново – грунтово–глееватая маломощная тяжелосуглинистая на моренных тяжелосуглинистых отложениях. Состав древостоя 4Е6Б (рис. 2), в подросте береза, ель, ива. Напочвенный покров – кислица обыкновенная, хвощ лесной и другие.



*а*



*б*

*Рис. 2.* ПП 4: а – древостой; б – живой напочвенный покров

Пробная площадь 9 – сосняк лишайниковый. Почва – подзол маломощный иллювиально-железистый песчаный на моренных легкосуглинистых отложениях. Состав насаждений 8С2Е. Средняя высота первого яруса – 28,6 м, диаметр ствола – 18,2 см; высота второго яруса – 22,1 м, диаметр – 15 см. Подрост: ель обыкновенная, сосна обыкновенная, береза. В тенденции на данной площади продолжение формирования древостоя сосны (рис. 3).



*а*



*б*

*Рис. 3.* ПП 9: а – древостой; б – живой напочвенный покров

Исследования лесных экосистем в окрестностях Архангельска позволяют сделать вывод об их разнообразии, которое связано с расположением на рельефе, составом и свойствами почвы, гидрогеологическими условиями, особенно глубиной залегания грунтовых вод, и другими абиотическими факторами.

### Список литературы

1. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. [Электронный ресурс] – Введ. 1984-01-01. – Издание официальное, 1984. – 59 с. Режим доступа [http://www.priroda.chel.ru/Upload/files/ОСТ\\_%2056-69-83\\_%20Площади\\_%20пробные.pdf](http://www.priroda.chel.ru/Upload/files/ОСТ_%2056-69-83_%20Площади_%20пробные.pdf), свободный (дата обращения: 05.07.2019). – Загл. с экрана.
2. Анализ состава подроста в островных лесных массивах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zoofirma.ru/knigi/vostles/9017-analiz-sostava-podrosta-v-ostrovnyh-lesnyh-massivah.html>, свободный (дата обращения: 05.07.2019). – Загл. с экрана.
3. Сукачев, В. Н. Краткое руководство к исследованию типов леса / В. Н. Сукачев. – М.: Новая деревня, 1927. – 150 с. свободный (дата обращения: 05.07.2019). – Загл. с экрана.
4. Астрологова Л.Е. Определитель лесных травянистых растений: учеб. пособие / Л.Е. Астрологова, Г.Б. Гортинский ; [отв. ред. П.Н. Львов]; Ленингр. лесотехн. акад. им. С.М. Кирова. – Ленинград: ЛТА. Ч. 1–2. – 1978; 1979. – Б. ц.
5. Лесоведение. Учебное пособие для студентов вузов, 2-е издание / А.С. Тихонов. – Калуга: ГП «Облиздат», 2011. – 332 с.

#### **Горячевский И.А.**

магистрант Высшей школы энергетики, нефти и газа, [ivan.goryachevskiy@mail.ru](mailto:ivan.goryachevskiy@mail.ru),  
Научный руководитель: Мокеев А.В., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры электроэнергетики и электротехники

### РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО КРУ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

На основе программы «Цифровая экономика Российской Федерации» Минэнерго РФ подготовлен ведомственный проект «Цифровая энергетика». Основной целью проекта является повышение надежности и эффективности функционирования Единой энергосистемы России [1].

Цифровая подстанция – это одна из основных технологий для реализации программы «Цифровая трансформация электроэнергетики России» [2]. Одним из основных элементов в составе цифровых подстанций являются цифровые комплектные распределительные устройства (КРУ).

Предпосылками внедрения полной цифровизации КРУ являются: повсеместное применение микропроцессорных устройств (горизонтальные связи между интеллектуальными электронными устройствами ИЭУ и

дискретные сигналы в соответствии с МЭК 61850-8-1, аналоговые сигналы в соответствии с МЭК 61850-9-2); повышение безопасности и надежности работы оборудования за счёт мониторинга и (само)диагностики состояния элементов КРУ в режиме online; увеличение автоматизации оперативного и диспетчерского управления; использование большого количества аналоговых и дискретных цепей как внутри ячейки (см. рис. 1), так и между ячейками (поперечные связи).



Рис. 1. Остаток проводов после «оцифровки» КРУ-10 кВ

Для реализации перечисленных выше задач специалистами ООО «Инженерный центр «Энергосервис» предложена технология ES GEAR. В настоящем докладе рассматривается внедрение указанной технологии для реализации цифрового КРУ на базе модернизации ячейки КРУ-10 кВ «Волга» производства АО «ПО Элтехника».

В ходе разработки стало понятно, что цифровое КРУ-10 кВ должно состоять из комплекса цифровых интеллектуальных электронных устройств (ИУЭ), как правило, поддерживающих набор стандартов МЭК 61850: контроллеров управления присоединениями (КП) (см. рис. 2); микропроцессорных терминалов РЗА (возможно с функциями КП); комбинированных датчиков тока и напряжения (КДТН); сетевого оборудования, для передачи информации на верхний уровень; цифровых датчиков положения, дуги, температуры, индикаторов (сенсорных дисплеев) и других устройств. Вышеперечисленные элементы, связаны друг с другом информационной шиной с применением стандартных физических интерфейсов. Также требуется реализовать функции самодиагностики физического состояния элементов – например, температурный мониторинг переходных сопротивлений контактов, счётчики количества отключений тока КЗ, отключений тока нагрузки, действий выкатного элемента и заземляющего ножа.

Взаимодействие устройств, входящих в ES GEAR, осуществляется преимущественно по цифровым интерфейсам, основным из которых является интерфейс на базе шины FlexRay [3]. Пропускная способность этого протокола достигает 10 Мбит/с. Шина, в основе которой применен FlexRay называется низкоуровневой шиной процесса по аналогии с шиной процесса в идеологии «цифровой подстанции». Но в отличие от традиционной шины процесса, низкоуровневая объединяет устройства, локализованные в пределах одной ячейки КРУ без использования активного сетевого оборудования, обеспечивает надежное и детерминированное во времени взаимодействие между узлами шины.



Рис. 2. Цифровой вакуумный выключатель с ENBC-CS

Структурная схема распределительного устройства 6 (10) кВ по технологии «ES GEAR» показана на рис. 3. Показанное КРУ максимально приближено «к полностью цифровому» устройству. По техническим параметрам оно попадает под общий термин «оборудование для цифровой подстанции».

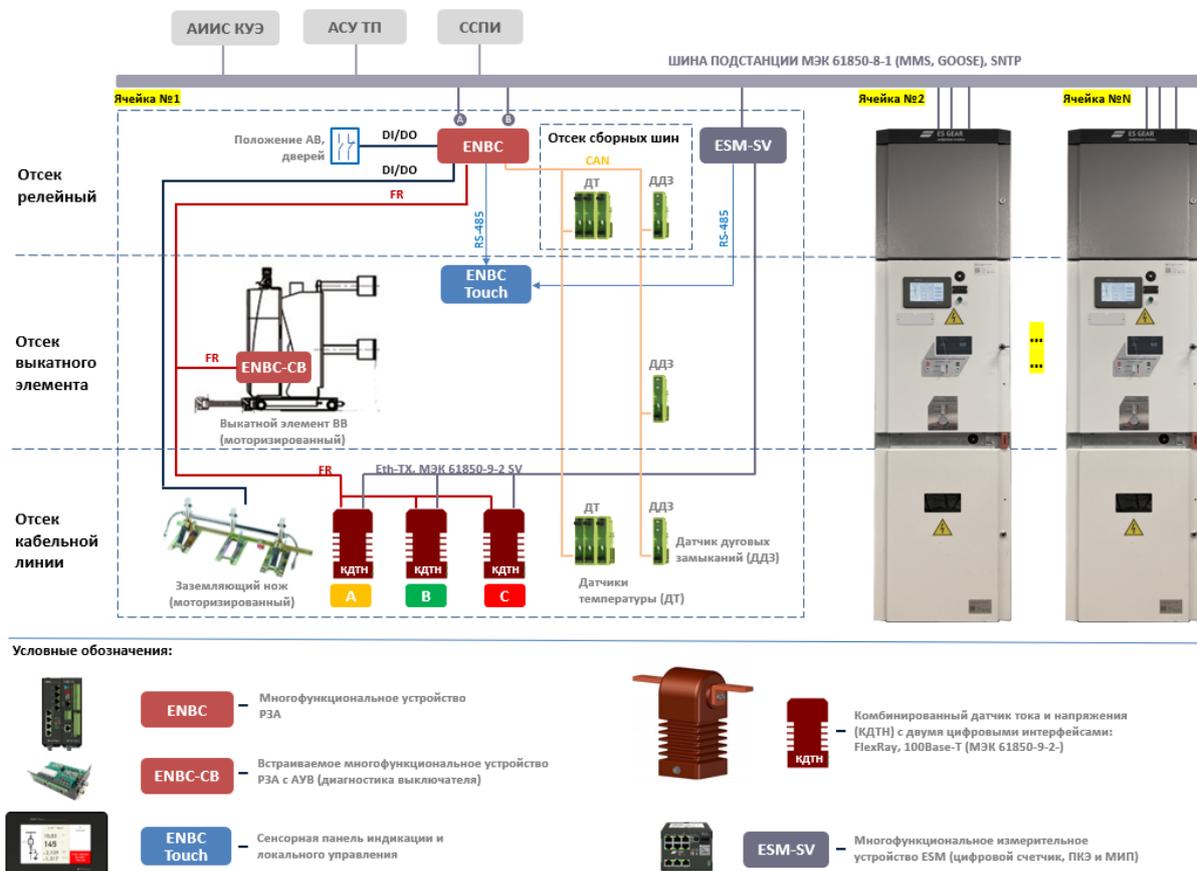


Рис. 3. Структурная схема цифровой ячейки 6-35 кВ «ES GEAR»

Сеть FlexRay содержит до 6 активных узлов: до 3х КДТН, 1 ENBC, до 2 ENBC-CS. Каждый узел сети передает информацию в шину с периодичностью 250 мкс. Информационное сообщение состоит из 4х32 bit.

КДТН предназначены для установки в КРУ внутренней установки пофазно и представляют собой высоковольтные преобразователи для масштабного преобразования силы электрического тока (пояс Роговского + ЛРСТ) и напряжения (ёмкостной делитель) с последующей выдачей результатов измерений по цифровым интерфейсам. Корпус КДТН выполнен из эпоксидного компаунда, выполняющий функцию внутренней и внешней изоляции и обеспечивающий защиту датчиков тока и напряжения от механических и климатических воздействий (см. рисунок 4). Преобразователь аналоговых сигналов (ПАС) расположен в металлическом основании корпуса, защищающем электронные компоненты от внешних электромагнитных помех. КДТН имеет два цифровых интерфейса: LAN (Ethernet 100Base-Tx, выдача потока SV256 согласно МЭК 61850-9-2LE SV80), FlexRay (выдача потока SV80 и векторов тока и напряжения).

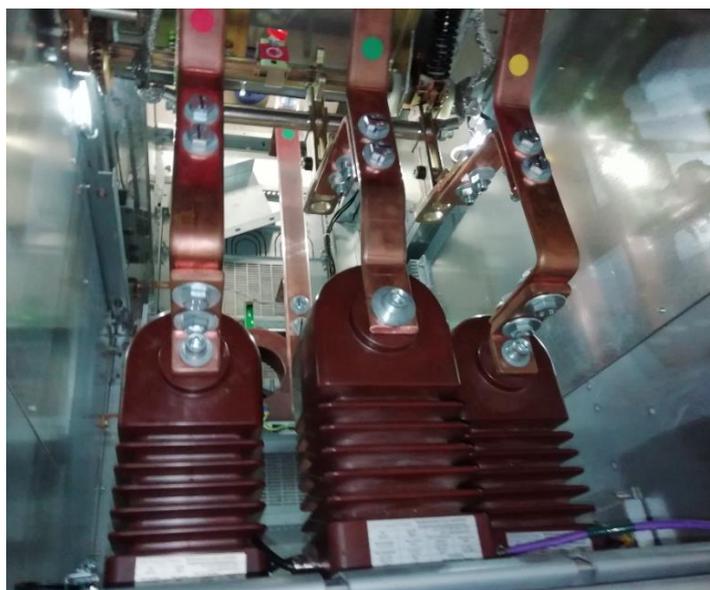


Рис. 4. КДТН в цифровой ячейке КРУ-10 кВ «Волга»

ENBC обеспечивает: прием выборок значений (англ. Sampled Values, сокр. SV) тока и напряжения по сети FlexRay (от КДТН) с дальнейшим преобразованием в поток SV80 по сети Ethernet (Process Bus) в соответствии с техническими требованиями МЭК 61850-9-2LE; обмен данными с цифровыми датчиками, контроллерами ввода-вывода; выполнение функций контроллера присоединения 6–10 кВ; выполнение функций защиты присоединения 6–10 кВ; выполнение функций автоматики присоединения 6–10 кВ.

Как устройство сопряжения КДТН с шиной процесса ENBC обеспечивает формирование до 4 потоков SV80 согласно МЭК 61850-9-2LE SV80

(80 выборок за период промышленной частоты, что соответствует частоте дискретизации 4000 Гц). На прием SV80 подписываются устройства, подключенные к «шине процесса» (например, цифровые терминалы релейной защиты, устройства синхронных векторных измерений). Как контроллер присоединения ENBC обеспечивает обмен данными с АСУ ТП объекта, другими ENBC и прочими интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ) на объекте по сети Ethernet в рамках шины подстанции (МЭК 61850-8-1: MMS, GOOSE). Кроме того, ENBC обеспечивает передачу данных согласно IEEE C37.118.2, то есть является одновременно и устройством синхронизированных векторных измерений (УСВИ, PMU). ENBC обеспечивает поддержку протокола резервирования PRP в соответствии МЭК 62439-3 (LAN1 + LAN2 – шина процесса, LAN3 + LAN4 – шина подстанции). ENBC поддерживает синхронизацию времени интерфейсу COM-1 (RS-485, IRIG-A(B) 024). ENBC не является средством измерения. Все измерения осуществляются в цифровых КДТН, подключаемых к ENBC по цифровому интерфейсу FlexRay. ENBC производит дорасчёт дополнительных параметров по значениям тока и напряжения, полученным от КДТН.

ENBC-CS обеспечивает интеграцию в низкоуровневую шину процесса дискретные сигналы (сухие контакты концевых датчиков, и т.п.), цифровые датчики и выходы управления (выдачу воздействий через контакты дискретных выходов).

Многофункциональное измерительное устройство ESM предназначено для измерения параметров режима электрической сети; для измерения параметров режима электрической сети на основе токов и напряжений основной гармоники; коммерческого или технического учета; измерения, контроля и регистрации показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в трехфазных сетях в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013, ГОСТ 32144-2013, ГОСТ 30804.4.7-2013, ГОСТ Р 8.655-2009; хранения и передачи измеренных параметров во внешние системы по гальванически развязанным цифровым интерфейсам Ethernet (протоколы ГОСТ Р МЭК 61850-8-1, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104). Устройства ESM-SV применяемые в ES GEAR поддерживают подключение к шине процесса согласно МЭК 61850-9-2LE, 2 (PRP) или 3 (3 фазных SV) порта Ethernet).

ENBC-Touch обеспечивает отображение информации о состоянии оборудования ячейки, включая мнемосхему присоединения, параметры сети, а также обеспечивает доступ к управлению коммутационными аппаратами и механизмами ячейки. Кроме того, панель ENBC-Touch предназначена для отображения информации о потреблении электроэнергии и ПКЭ. Панель одновременно подключается к двум устройствам – ENBC и ESM и опрашивает каждое из них. На панели ENBC-Touch отсутствуют аппаратные кнопки и переключатели. Реализация всех органов управления ячейкой – программная.

Разработка цифрового КРУ на базе технологии ES Gear приведёт к сокращению сроков и стоимости работ по изготовлению ячеек; снизит затраты на строительство и монтажные работы; уменьшит время ввода в эксплуатацию; поспособствует переходу на ремонт оборудования по состоянию. Технология ES Gear может быть использована и для модернизации эксплуатируемых КРУ. С 2018 года находится в опытной эксплуатации высоковольтная ячейка 10 кВ на ПС 220/110/10 кВ «Магистральная», работы на которой проведены в рамках НИОКР по ретрофиту КРУ.

### Список литературы

1. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития /под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.
2. Преодоление разрыва между технологиями. Внедрение Цифровых подстанции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://new.abb.com/docs/librariesprovider101/default-document-library/abb\\_digital\\_substation\\_brochure\\_48pages\\_new\\_brand\\_artwork.pdf](https://new.abb.com/docs/librariesprovider101/default-document-library/abb_digital_substation_brochure_48pages_new_brand_artwork.pdf) % 3Fsfvrsn % 3Dcc128113\_4 – Яз. Рус.
3. Мокеев А.В. Комбинированные первичные измерительные преобразователи тока и напряжения 6-35 кВ / Мокеев А.В., Перельгин Л.В., Хромцов Е.И. // Новое в российской энергетике. – 2017. – № 1. – С. 39–52.

### Грабовский Л.А.

студент Института судостроения и морской арктической техники филиала (Севмашвтуз) САФУ в г. Северодвинске, [leonidgrabovskij941@gmail.com](mailto:leonidgrabovskij941@gmail.com),

Научные руководители: Балакшина Л.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры судовой электроэнергетики и автоматики, Сковпень С.М., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры судовой электроэнергетики и автоматики, институт судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз)

### СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С АПЕРИОДИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ

Разработана модель системы управления широтно-импульсным преобразователем, включающая в себя апериодический регулятор для повышения качества переходного процесса. Изложена методика подбора параметров регулятора для инвертора с активно-индуктивной нагрузкой и обратной связью по напряжению.

*Ключевые слова:* апериодический регулятор, реверсивный широтно-импульсный преобразователь, однофазный автономный инвертор, быстродействующее управление.

В настоящее время важным показателем систем электропитания и электропривода являются их динамические свойства. Для повышения ка-

чества данных свойств обычных классических регуляторов с постоянными параметрами ищут дополнительные пути улучшения показателей динамических режимов. В настоящее время активное развитие получили регуляторы с изменяющимися параметрами, к числу которых можно отнести аperiodические регуляторы, позволяющие получить переходной процесс с конечной длительностью.

Известные методы математического описания систем с адаптивными регуляторами не нашли широкого применения из-за необходимости на каждом этапе коммутации вычисления дифференциальных уравнений переходных процессов. Однако, появившиеся новые методы позволяют осуществлять преобразование физических переменных как в прямом, так и обратном преобразовании, поскольку на вход должны поступать именно исходные переменные, а не полученные в процессе преобразований.

В [1] описан вариант без процедуры преобразования переменных, поскольку выходная координата постоянна, либо изменяется с низким темпом по сравнению с периодом работы системы управления. В данной работе подобный регулятор рассматривается для автономного однофазного инвертора с широтно-импульсным формирователем синусоидального напряжения.

На рис. 1 показана типовая схема однофазного мостового инвертора напряжения с  $RL$ -нагрузкой. Диаграммы, поясняющие работу процесс формирования синусоидального напряжения приведены на рис. 2. Схема питается от источника постоянного напряжения, которое при помощи силовых ключей  $VT1-VT4$  и широтно-импульсной модуляции формирует на нагрузке знакопеременное напряжение с заданной частотой и изменяющееся по синусоидальному закону.

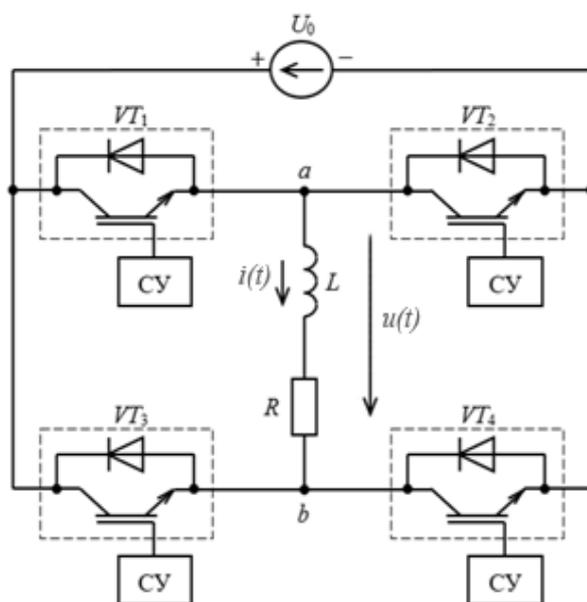


Рис. 1. Типовая схема однофазного мостового инвертора

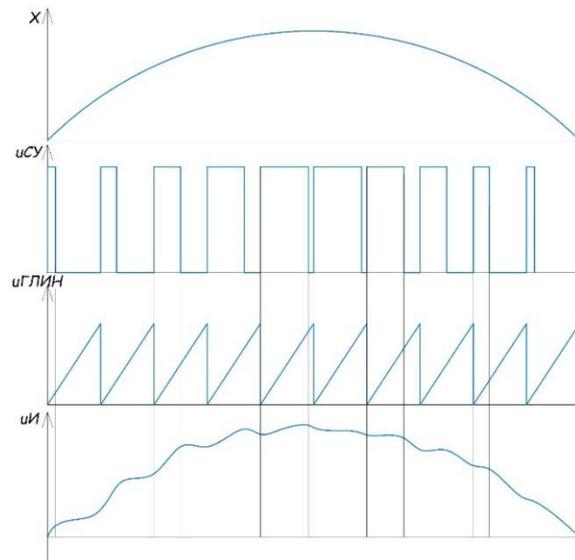


Рис. 2. Диаграммы формирования сигнала

Для создания апериодического закона устройство в виде ШИМ с классическим ПИ-регулятором дополнено апериодическим регулятором [2] в виде блока разностной коррекции, как показано на рис. 3. Управляющее устройство состоит из интегрирующей составляющей, считающей среднее значение обратной связи за период, пропорциональной, БВКК, а также триггера, сумматора и компаратора. Тактовый генератор формирует импульсы, определяющие момент  $t_n$  замыкания силовых ключей. Генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) формирует нарастающий сигнал в течение всего периода коммутации  $T$ . В момент времени срабатывания компаратора  $t'_n$  фиксируется выполнение равенства сигналов с ГЛИН и суммарного сигнала обратной связи, в результате чего происходит размыкание силовых ключей.

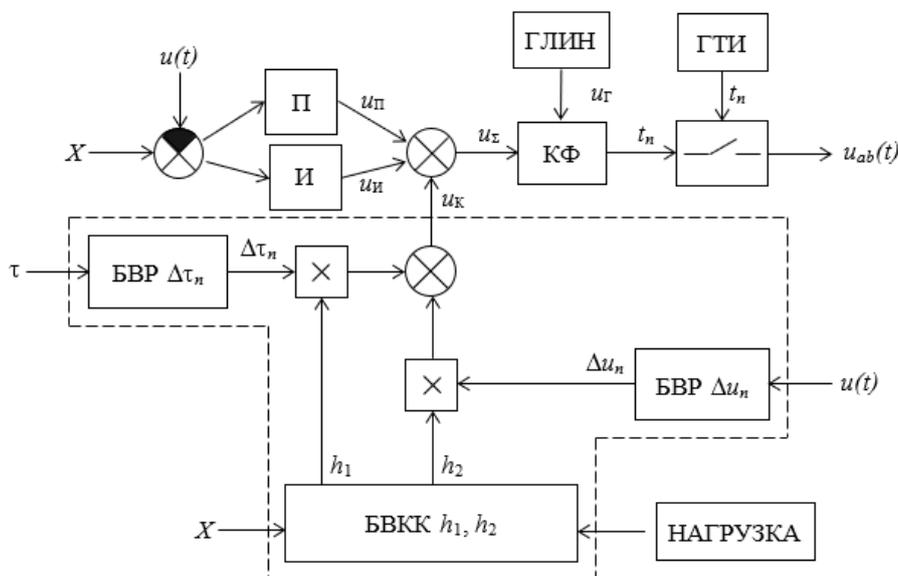


Рис. 3. Диаграммы формирования сигнала

Апериодический регулятор реализован с помощью блока вычисления корректирующих коэффициентов (БВКК), на вход которого поступают сигнал уставки по напряжению  $X$  и сигнал, характеризующий величину нагрузки. В соответствии с сигналами уставки  $X$  и нагрузки из запоминающего устройства выбираются заранее рассчитанные коэффициенты. Далее корректирующий сигнал поступает на сумматор, и при равенстве сигналов  $u_{\Sigma}$  и  $u_{r}$  срабатывает компаратор, фиксируя момент  $t'_n$ . В итоге на выходе формируется управляющий импульс требуемой длительностью  $\tau_n$ .

Для получения разностных уравнений запишем дифференциальные уравнения, описывающие силовую часть и два закона управления, как для обычного ПИ-регулятора, так и с БВКК:

$$\begin{cases} L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) = U_0, & t \in [\tau_n; \tau'_n] \\ L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) = 0, & t \in [\tau'_n; \tau_{n+1}] \end{cases} \quad (1)$$

$$k_{r} \tau_{n+1} = k_{r} \tau_n + \frac{1}{T_{II}} \int_{t'_n}^{t'_{n+1}} (x - u(t)) dt + k_{II} (x - u(t)), \quad (2)$$

где  $k_r, T_{II}, k_{II}$  – постоянные.

$$k_{r} \tau_{n+1} = k_{r} \tau_n + \frac{1}{T_{II}} \int_{t'_n}^{t'_{n+1}} (x - u(t)) dt + k_{II} (x - u(t)) + h_1 \Delta \tau_n + h_2 \Delta u_n, \quad (3)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  параметры аperiодического регулятора.

Используя метод разностных уравнений из (1) и (2) получим уравнение показывающее значение напряжения и длительности импульса в каждый такт модуляции:

$$u_{n+1} = \frac{U_0 b + (u_n - U_0) bc}{R + Ls}, \quad (5)$$

где  $U_0$  – постоянное напряжение источника;  $b = e^{s(T_0 - \tau_n)}$ ;  $c = e^{-s\tau_n}$ ;  $s = -\frac{R}{L}$ .

Линеаризуя полученные уравнения, получаем систему для нахождения коэффициентов БВКК:

$$\begin{cases} a_{11} \delta \tau_{n+1} + a_{12} \delta \tau_n + a_{13} \delta u_{n+1} + a_{14} \delta u_n = 0; \\ c_{11} \delta \tau_{n+1} + c_{12} \delta \tau_n + c_{13} \delta u_{n+1} + c_{14} \delta u_n = 0, \end{cases} \quad (6)$$

Синтез параметров аperiодического регулятора осуществляется просчётом  $h$  – коэффициентов, которые будут подбираться в зависимости от величины нагрузки и задающего опорного напряжения синусоидальной формы. В результате получится матрица готовых значений, которую бу-

дет необходимо записать в память регулятора и вызывать необходимые коэффициенты, в зависимости от состояния системы, стоит отметить, что в ходе моделирования была отмечена зависимость  $h1$  коэффициента только от величины нагрузки, поэтому просчитывать его в целях оптимизации ресурсов достаточно один раз за период, при сохранении величины нагрузки.

$$h_1 = \frac{2U(b-1)}{kT_c} + 1; h_2 = \frac{1-d}{skT_c}, \quad (7)$$

где  $d = e^{s(T+\tau)}$ ;  $\tau = \frac{X+U}{2U}T$ .

Полученные значения коэффициентов через сигналы с датчиков обратной связи вводятся в корректор быстродействия.

Моделирование однофазного инвертора с апериодическим регулятором было выполнено в библиотеке Simulink системы MATLAB [3].

Имитационная модель представлена на рис. 4, создана в соответствии со функциональной схемой, а также с учётом математической модели замкнутой системы. Для большей наглядности СУ вынесена в отдельный блок на рис. 5.

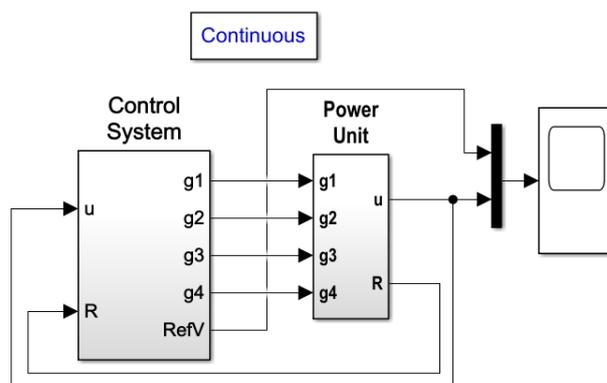


Рис. 4. Имитационная модель

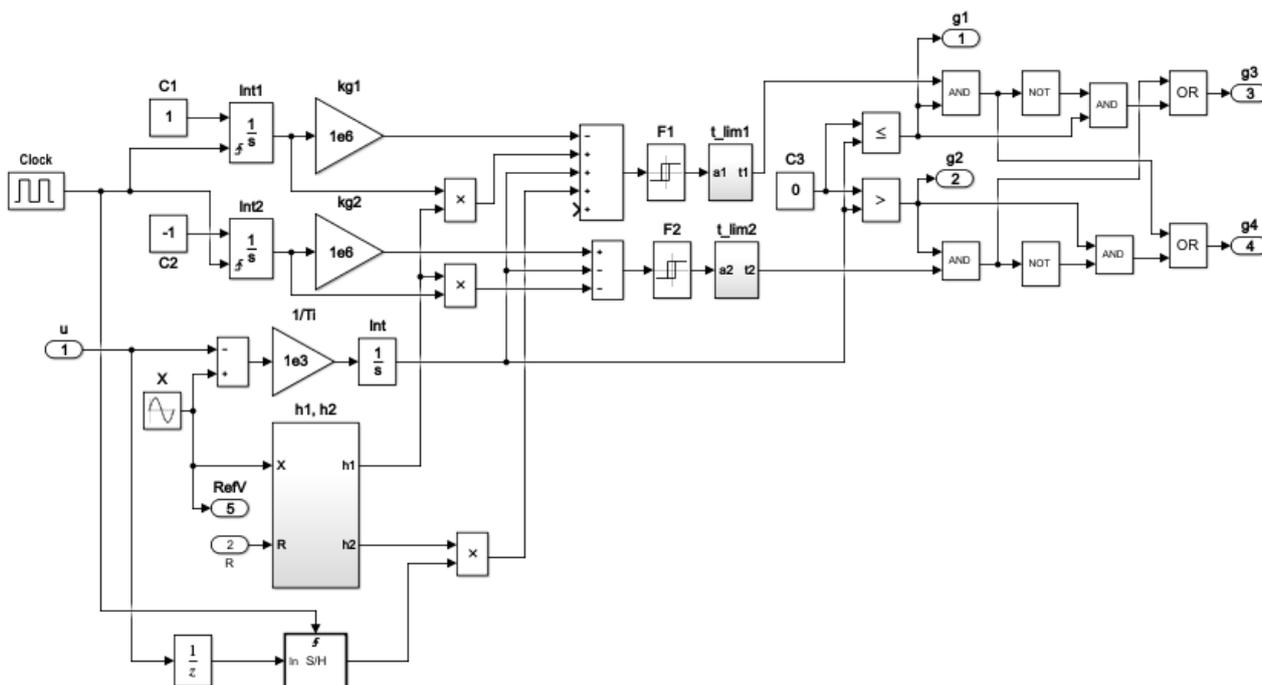


Рис. 5. Модель системы управления

Для моделирования были выбраны два режима работы: Включение и выход на установившийся режим, а также имитация процесса изменения нагрузки в режиме работы. Результаты моделирования показаны на рисунке 6, где в момент времени  $1/60$  с включено удвоение моделирования включения дополнительных потребителей соизмеримой мощности.

Как видно из приведённых графиков показатели качества переходного процесса, а также выход в установившийся режим после изменения величины нагрузки улучшаются в случае применения аperiodического регулятора.

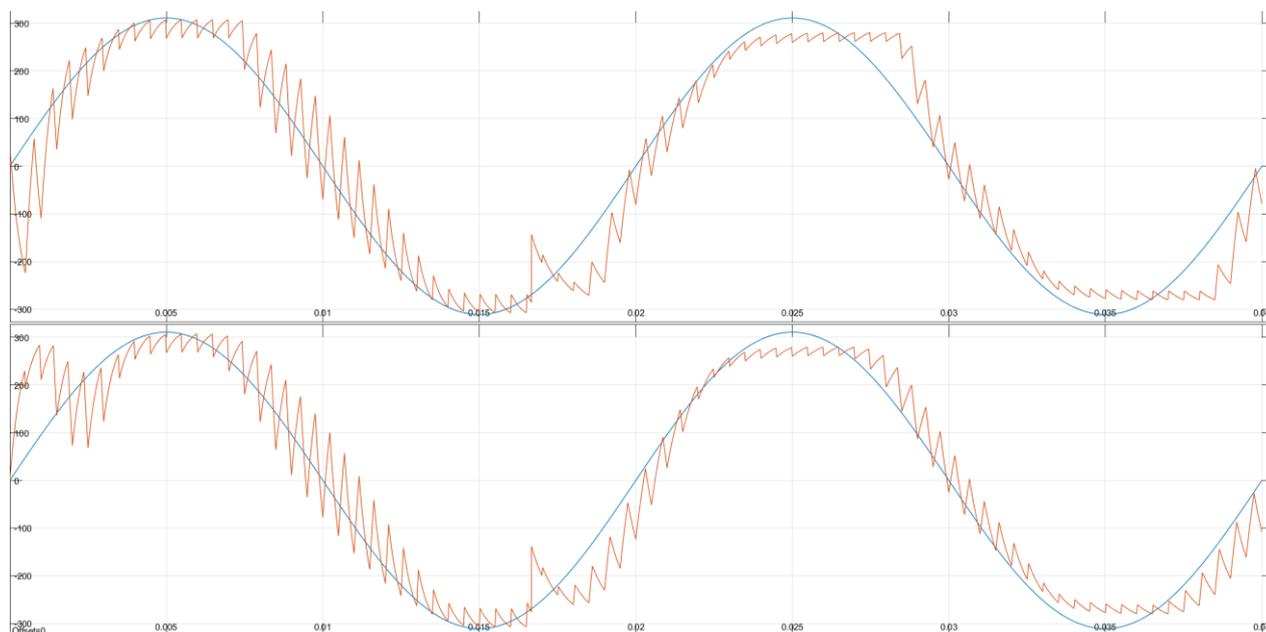


Рис. 6. Результаты процесса моделирования с ПИ-регулятором и аperiodическим регулятором

### Список литературы

1. Исахов А.С., Балакшина Л.В., Поспелов В.Г., Сковпень С.М. Быстродействующее управление током широтно-импульсного преобразователя // Электротехника 2012. № 6. С. 12–17.
2. Исахов А.С., Поспелов В.Г., Сковпень С.М. Однофазный инвертор с аperiodическим регулятором широтно-импульсного преобразователя // Электротехника 2014. №1. С. 36–39.
3. Герман-Галкин. С.Г. Matlab & Simulink Проектирование мехатронных систем на ПК. Санкт- Петербург. Издательский центр КОРОНА-Век, 2008.

**Грибова О.Н.**

магистрант Высшей инженерной школы. [o.gribova2011@yandex.ru](mailto:o.gribova2011@yandex.ru)

Научный руководитель: Махова Т.А., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры композиционных материалов и строительной экологии

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ**

В настоящее время уделяется большое внимание теме замены части цемента на отходы производства. Это связано с различными факторами воздействия на окружающую среду, возникающими при производстве цемента на всех стадиях технологического процесса. Основными загрязняющими компонентами физического и химического характера являются пыль, вредные газы, шум, запах, отходы и др. Также цемент является дорогим компонентом, поэтому производители стараются сократить расход цемента при изготовлении растворов, но при этом сохранив все прочностные, теплоизоляционные и другие показатели.

Одна из ведущих областей производства в Архангельской области является деревообрабатывающая промышленность, в связи с этим образуется большое количество отходов, к которым относят древесную кору, опилки, щепу, древесную муку и много другое.

Замена части цемента на отходы деревообрабатывающего производства позволит снизить стоимость штукатурной смеси, улучшить теплоизоляционные характеристики, не изменив прочностные показатели.

Таким образом, целью данного исследования является оценить влияние добавки отходов деревообрабатывающего производства на прочностные и теплоизоляционные характеристики строительного раствора на примере штукатурной смеси.

Штукатурная смесь изготавливалась из цемента, песка, воды и опилок сосны.

В качестве заполнителя использовался мелкий речной полиминеральный песок (П) месторождения «Краснофлотский – Запад». Химический состав кремнезёмсодержащего сырья приведён в табл. 1 [1].

*Таблица 1*

Химический состав песка в пересчете на оксиды

Содержание оксидов, мас. %						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	п.п.п.
91,35	5,06	1,37	0,65	0,26	0,36	0,95

Связующее (Ц) – портландцемент типа ЦЕМ I нормальнотвердеющий класса прочности 42,5 фирмы «Сухоложскцемент». Химический состав и характеристики цемента приведены в табл. 2 [2].

В качестве добавки использовались опилки сосны. Перед добавлением в растворную смесь опилки подвергались:

- экстракции горячей водой с целью исключения влияния экстрактивных веществ;
- высушиванию до постоянной массы при температуре 80 °С;
- измельчению на планетарной шаровой мельнице RetschPM 100 в течение 15 минут для получения оптимального размера частиц, скорость вращения планетарного диска – 420 об/мин, количество мелющих шаров – 18.

Таблица 2

Химический состав и характеристики цемента

Характеристики	Норматив ГОСТ 31108-2016 ГОСТ 30515-2013	Фактические значения
1	2	3
<b>Химический состав</b>		
Потери при прокаливании ППП	не более 5 %	0,86 %
Оксид кремния	не нормируется	20,60 %
Оксид алюминия	не нормируется	4,50 %
Оксид железа	не нормируется	3,90 %
Оксид кальция	не нормируется	63,00 %
Оксид магния	не нормируется	2,80 %
Нерастворимый осадок	не более 5 %	0,30 %
Оксид серы	не более 3,5 %	2,90 %
марка по прочности на сжатие		500
<b>Предел прочности</b>		
При изгибе в возрасте 28 сут	не нормируется	9,10 МПа
При сжатии в возрасте 28 сут	не менее 42,50 МПа не более 62,50 МПа	53,10 МПа
Сроки схватывания:		
начало	не ранее 60 мин.	162 мин
конец	не нормируется	255 мин

При выполнении расчета состава штукатурной смеси было определено соотношение компонентов, которое составило: Ц : П = 1 : 4 из расчета на 1 м<sup>3</sup> песка [3].

Добавку использовали в количестве 1,5 %, 3 %, 4,5 % и 6 % от массы цемента.

Для оценки влияния отходов производства на свойства раствора проводили испытания на сжатие и определяли коэффициент теплопроводности.

Для определения прочности на сжатие изготавливали образцы кубы с ребром 2 см. Измерение предела прочности на сжатие осуществляли на

тест-машине Shimadzu – AGS–X, которая обеспечивает скорость нагружения образца 5–10 мм/мин и измеряет нагрузку с погрешностью, не превышающую 1 % значения сжимающего усилия. Результаты испытаний образцов на сжатие в возрасте 28 суток при нормальных условиях твердения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов на сжатие

Кол-во добавки, %	№	Масса образцов, г	Максимальная сила, Н	Среднее значение силы, Н	Напряжение, МПа	Среднее значение напряжения, МПа
0	1	15,25	1718,80	<b>1801,84</b>	4,25	4,46
	2	15,05	<b>1965,03</b>		4,86	
	3	15,03	1721,70		4,26	
1,5	1	14,08	1989,87	<b>1980,45</b>	4,99	4,86
	2	14,49	<b>2144,40</b>		5,20	
	3	14,63	1807,08		4,39	
3	1	14,51	1712,89	1488,93	4,19	3,68
	2	14,40	1602,81		3,98	
	3	14,35	1151,08		2,86	
4,5	1	14,11	1243,10	1158,44	3,09	2,87
	2	14,18	1092,80		2,71	
	3	14,10	1139,43		2,81	
6	1	14,31	1268,71	1133,36	3,11	2,79
	2	13,76	1087,27		2,68	
	3	13,87	1044,09		2,57	

Данные, представленные в табл. 3, показывают, что наибольшая прочность образцов достигнута при добавке опилок в количестве 1,5 % от массы цемента. Это связано, на наш взгляд, с количеством экстрактивных веществ, содержащихся в опилках. При экстрагировании водой из древесины извлекаются дубильные и сахаристые вещества, органические кислоты, минеральные соли и кислоты, но остальные экстрактивные вещества – жиры, смолы, воски, эфирные масла и другие могут быть выделены только органическими растворителями, поэтому они присутствуют в опилках. Известно, что экстрактивные вещества отрицательно влияют на сцепление цемента с древесиной. Но при небольшом их количестве, а именно 0,02-0,04 % от массы раствора, прочность раствора возрастает до максимума. Это объясняется тем, что при малых количествах экстрактивных веществ, т. е. при малой степени насыщения адсорбционными слоями (эти слои образуются вокруг зерен цемента ввиду гидрофильности их поверхности), преобладает эффект диспергирования. Преобладание эффекта диспергирования над эффектом стабилизации и вызывает отмеченное повышение прочности. При больших добавках экстрактивных веществ пре-

обладает эффект стабилизации, что замедляет процесс гидратации и структурообразования, таким образом ухудшая сцепление древесины с цементом [4].

Качество штукатурных растворов определяется не только по прочностным показателям, важно оценить влияние и на теплоизоляционные свойства раствора. Для определения теплоизоляционных характеристик изготавливались балочки размером 160×40×40 мм. Коэффициент теплопроводности определяли на измерителе теплопроводности материалов МИТ–1. Принцип действия прибора основан на измерении изменения температуры измерительного зонда за определенное время при его нагреве постоянной мощностью. Полученные значения коэффициента теплопроводности для смесей с разным количеством добавки представлены на графике.

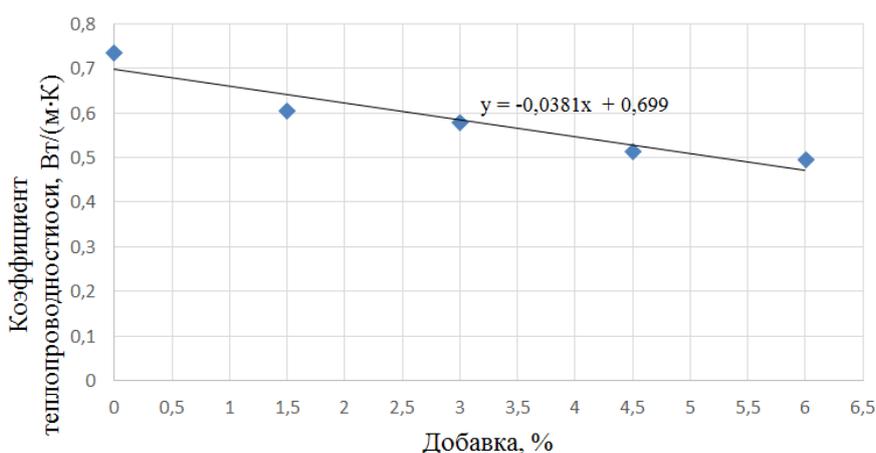


Рис. 2. График зависимости коэффициента теплопроводности от количества добавки

Функциональная зависимость, представленная на рис. 2 показывает, что с увеличением количества опилок коэффициент теплопроводности линейно снижается, это объясняется снижением плотности раствора.

Таким образом, можно сделать вывод, что незначительное количество опилок в растворе позволяет повысить теплоизоляционные показатели с сохранением прочностных свойств, снизить стоимость раствора. При добавке опилок от 3 % от массы цемента наблюдается ухудшение прочностных и улучшение теплоизоляционных свойств. Наиболее оптимальным составом штукатурной смеси является смесь с добавкой опилка в количестве 1,5 % от цемента.

### Список литературы

1. Вешнякова Л.А., Строкова В.В., Айзенштадт А.М., Нелюбова В.В. К вопросу об эффективности кремнеземного сырья Архангельской области как компонента ком-

позиционных вяжущих [Текст] / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 7–13.

2. SLKcement [Электронный ресурс]: описание продукта ЦЕМ I 42,5Н [сайт]. URL: <https://www.slk-cement.com/web/dyckerhoff-russia/-/cem-i-42--1> (дата обращения: 10.12.2019).

3. Никулин В.Т. Строительные растворы [Текст] : методические указания / Никулин В.Т.; Нижегородский гос. арх.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 30 с.

4. ARHPLAN [Электронный ресурс]: Химическое взаимодействие древесины с цементом и способы локализации древесины [сайт]. URL: <http://www.arhplan.ru/materials/fibrolite/himicheskoe-vzaimodeystvie-drevesiny-s-cementom> (дата обращения: 18.03.2020).

### **Гундерсен И.С.**

студент Высшей инженерной школы, [gundersen.ilya@yandex.ru](mailto:gundersen.ilya@yandex.ru)

Научный руководитель: Меньшиков А.М., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобильных дорог и строительного производства

## **НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ**

Транспортно-эксплуатационное состояние (далее – ТЭС) улично-дорожной сети г. Архангельска, как и в целом автомобильных дорог области, требует оперативного проведения дорожно-диагностических работ в больших объемах. Оценка ТЭС с помощью традиционных средств ручного контроля не позволяет достичь требуемых результатов в силу низкой производительности работ и необходимости их производства на проезжей части без остановки движения транспортных средств (далее – ТС), что сопряжено со значительным снижением техники безопасности для лиц, выполняющих полевой этап работ.

Целью нашей работы является исследование целесообразности применения для диагностики и оценки ТЭС улично-дорожной сети передвижных дорожных лабораторий (далее – ПДЛ), в частности, имеющейся у Высшей инженерной школы САФУ современной ПДЛ «ТРАССА».

Современные ПДЛ представляют собой измерительно-вычислительные комплексы, включающие спутниковое, лазерное, ультразвуковое и оптронное оборудование, смонтированное на шасси автомобилей. Они производят измерения и оценку множества показателей, таких как интенсивность и состав движения, скоростной режим транспортного потока; геометрические параметры дорог (углы поворота трассы, радиусы кривых,

продольные и поперечные уклоны); продольной ровности покрытия по международному индексу ровности (*International Roughness Index – IRI*) и поперечной ровности (колеяности); дефектов поверхности покрытий; панорамную видеосъемку ситуации в полосе отвода и придорожной полосе и др. Одной из таких ПДЛ является принадлежащая ВИШ САФУ ПДЛ «ТРАССА» (рис. 1).



Рис. 1. ПДЛ «ТРАССА» САФУ в режиме измерения поперечной ровности покрытия в ночное время

Работу измерительно-вычислительного комплекса обеспечивает базовый комплект оборудования (рис. 2), в который входят [1]:

1. Серверный шкаф, в котором размещены мощный компьютер, модуль управления, источник бесперебойного питания, сетевой концентратор, аналого-цифровой преобразователь, георадар «ОКО-2М»;
2. Система измерения пройденного пути на основе оптронного датчика-энкодера, устанавливаемого на ступице заднего левого колеса;
3. Основной монитор в виброзащищенном исполнении;
4. Элементы обустройства салона (стол оператора, кондиционер, стеллаж, дополнительное рабочее место, подвесные полки, сейф и др.);
5. Кабельная разводка для подключения измерительных систем и электропитания.

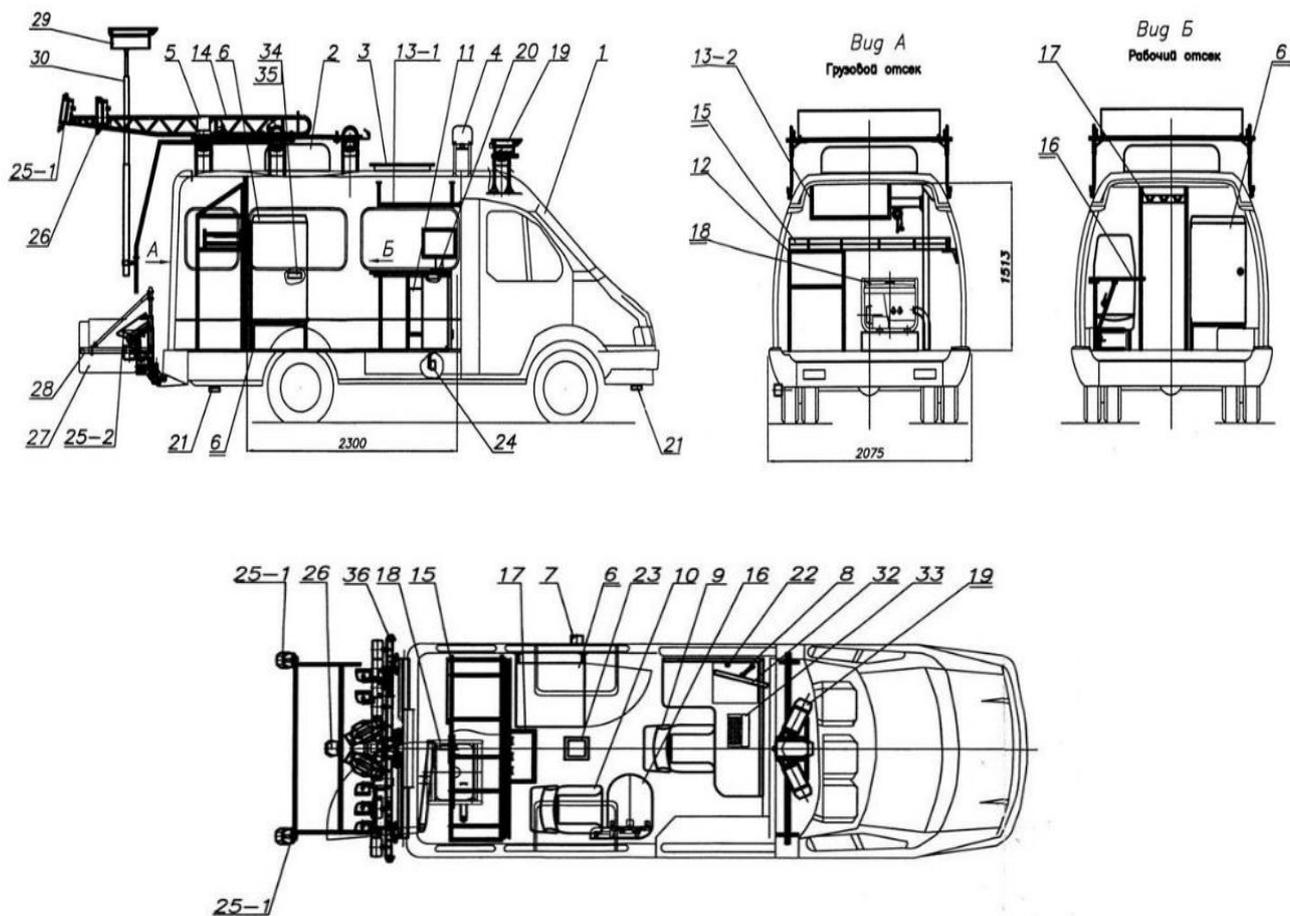


Рис. 2. Состав оборудования ПДЛ: 1 – автомобиль ГАЗ-3221 «ГАЗель»; 2 – кондиционер рабочего отсека; 3 – вентиляционный люк; 4 – табло; 5 – проблесковые маячки; 6 – компьютер; 7 – датчик пути; 8 – стол оператора; 9 – кресло оператора; 10 – доп. рабочее место; 11 – сейф; 12 – стеллаж; 13 – подвесные полки; 14 – багажник; 15 – лестница (стремянка); 16 – складной стол; 17 – вешалка; 18 – бензогенератор 3 кВт; 19 – система панорамной видеосъемки (3 камеры); 20 – малогабаритная инерциальная система; 21 – система компенсации перемещения кузова; 22 – система глобального позиционирования ГЛОНАСС/GPS; 23 – толккомер; 24 – система измерения продольной ровности; 25 – система измерения поперечной ровности; 25-1 – камеры цифровые; 25-2 – лазерные плоскостные излучатели; 26 – линейная камера системы полуавтоматической видеодетекции покрытий; 27 – георадар ОКО-2; 28 – кронштейн-фиксатор; 29 – камера видеоанализатор интенсивности транспортного потока; 30 – пневмомачта для камеры; 31 – устройство подъемное; 32 – дисплей; 33 – клавиатура; 34 – АЦП; 35 – сумматор; 36 – балка для подсветки покрытия.

Измерительно-вычислительный комплекс аппаратуры требует надежного и качественного электропитания, которое обеспечивает источник бесперебойного питания, выполненный по принципу инвертора, преобразующего постоянный ток напряжением 12 V в переменный ток напряжением 220 V. Входящие в его состав литий-ионные батареи в случае отключения основного электропитания обеспечивают работу измерительно-

вычислительного комплекса в течение 15–20 минут, что позволяет завершить работу и сохранить результаты выполненных измерений.

Измерения, производимые оборудованием глобальной навигационной спутниковой системы ГНСС, позволяют получать высокоточные координаты планово-высотных отметок трассы дороги и осуществлять привязку измерений к дорожному пикетажу.

Малогабаритная инерциальная интегрированная система «Компанав-2» обеспечивает измерение параметров плана трассы, углов поворота, продольных и поперечных уклонов покрытия, фактического расстояния видимости. Точность измерения «Компанав-2» углов тангажа и крена кузова не ниже  $0,2^\circ$ .

Система компенсации перемещения кузова, работающая на базе 4-х бесконтактных ультразвуковых датчиков, учитывает собственные (паразитные) колебания кузова относительно покрытия ездовой поверхности.

Оптронный датчик пройденного пути, установленный на ступице заднего левого колеса, позволяет осуществлять привязку измерений к пикетажу дороги.

Панорамную видеосъемку дороги и придорожной полосы выполняет модуль «Видеосъемка». Входящий в него комплекс аппаратуры обеспечивает съемку дорожной ситуации в ракурсе  $180^\circ$ , 3-мя видеопотоками, в цифровом формате HD с шагом дискретизации кадров 1...100 м, с привязкой места расположения дорожных объектов к пикетажу. Кроме того, модуль «Панорамная видеосъемка» выполняет важную функцию контроля и заверки в случае сомнения в результатах измерений, выполненных другими модулями.

Фиксация дефектов дорожного покрытия по классификации ОДН 218.0.006-2002 (продольных и поперечных трещин, сетки трещин, выбоин, просадок, поперечных волн, сдвигов, проломов дорожной одежды и др.) [2] выполняется аппаратурой модуля «Видеодефектовка», работающего на основе высокочувствительной линейной видеокамеры Dalsa Piranha 3 с шириной полосы захвата 3,75 м. В состав оборудования данного модуля входит также светодиодная балка для подсветки дорожного покрытия в зоне видеосъемки, позволяющая производить видеосъемку в пасмурную погоду или при резкой смене экспозиции, например, при мгновенном переходе из освещенной зоны в тень.

Модуль «Ровность» обеспечивает измерение параметров и оценку продольной ровности покрытий двумя системами:

1) на базе толчкомера ИР-2 по методу интегрирования в соответствии с ОДН 218.0.006-2002, закрепленного на балке заднего моста автомобиля;

2) на базе двух навесных блоков ПКР-2 (левого и правого), включающих в себя лазерные профилометры и акселерометры вертикальных

ускорений. Данный метод реализуется по международному индексу ровности IRI – на автомобильных дорогах, и по методу короткошагового геометрического нивелирования («методу Боинга») – на покрытиях ВПП аэродромов.

Рабочая скорость передвижения ПДЛ при измерениях толчкомером должна составлять  $50 \pm 2$  км/ч, при измерениях ПКР-2  $40 \pm 1$  км/ч или  $80 \pm 2$  км/ч.

Обработку первичных данных можно производить сразу после проведения измерений непосредственно в дорожной лаборатории, или на компьютере в камеральных условиях. При этом находящиеся на сервере первичные данные недоступны для внесения в них изменений, что обеспечивает 100 %-ю объективность результатов.

Модуль «Интенсивность движения ТС» обеспечивает определение интенсивности, состава движения, скоростного режима транспортных средств (далее – ТС) и уровня загруженности участков дороги движением с помощью видеодетектора транспортного потока. Оборудование включает высокоскоростную видеокамеру, телескопическую пневмомачту ( $L = 8$  м) и специальное программное обеспечение. Модуль одновременно может контролировать движение ТС на 6-ти полосах, при этом транспортные средства автоматически классифицируются в соответствии с «Инструкцией по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах» [3]. Результаты измерений переводятся в среднесуточную интенсивность движения ТС, автоматически формируется ведомость обеспеченности расчетной скорости движения ТС. Фотоснимки ТС, прошедших через зону контроля данного модуля, сохраняются в электронной памяти сервера ПДЛ «ТРАССА».

Применение передвижных дорожных лабораторий для диагностики и оценки транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети позволяет значительно (в десятки раз!) увеличить производительность дорожно-диагностических работ и существенно повысить объективность результатов измерений за счет исключения влияния человеческого фактора при обработке первичных данных. Учитывая, что наряду с улично-дорожной сетью городов (Архангельск, Северодвинск, Новодвинск) в Архангельской области эксплуатируется также сеть дорог общего пользования протяженностью более 8 тыс. км, требующих периодической диагностики и оценки ТЭС, ПДЛ «ТРАССА» САФУ должна быть востребована и в практической работе дорожно-эксплуатационных организаций.

### Список литературы

1. Спецдортехника наука и производство [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.sdtech.ru/store/lab/trassa/trassa.html#specification> (дата обращения 10.03.2020);

2. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.dorogi-onf.ru/media/normative/2018/02/odn-2180006-2002.pdf> (дата обращения 10.03.2020) ;

3. Инструкция по учету движения транспортных средств на автомобильных [электронный ресурс]. – режим доступа: дорогах <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294850/4294850045.pdf> (дата обращения 11.03.2020).

**Давыдов А.В.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий САФУ,

[Monsieur-garfield@yandex.ru](mailto:Monsieur-garfield@yandex.ru)

Научный руководитель: Третьяков С.В., д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства

## **ОСНОВНЫЕ ГРИБНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАСЕКОМЫЕ – ВРЕДИТЕЛИ ИВЫ В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

В последние годы Архангельская область считается лесодефицитной, и логистика древесины с юга области на север затруднена. Затруднение вызывает запрет на сплав древесины по рекам. Исходя из этого следует искать альтернативные источники древесины для всех возможных с ними промышленных направлений.

В Архангельской области имеются благоприятные условия для произрастания ивы. Для этой породы подходят светлые и переувлажнённые места. В других странах ива эффективно используется в целлюлозно-бумажной промышленности и биоэнергетике. Исходя из чего следует оценить иву, как альтернативный источник получения древесины для промышленного использования [1]. Этого возможно достичь, создавая плантации ивы на заброшенных сельскохозяйственных полях. В таком случае, создание плантаций обойдётся дешевле, чем на площадях, вышедших из-под леса. В плантационных условиях ива может выращиваться на дренированных почвах.

Искусственное выращивание предполагает надлежащий уход, который может заключаться в подкормках удобрениями и обработке химическими препаратами для борьбы с грибными заболеваниями и насекомыми-вредителями. Мероприятия по борьбе следует проводить, поскольку воздействие на иву и тех, и других влияет на качество древесины [2].

Чтобы определить актуальность таких мероприятий для возможных ивовых плантаций в Архангельской области, мы сделали обзор источников информации об основных вредных организмах представителях обеих групп. Результаты представлены в табл. 1.

Основные заболевания и вредители ивы, встречающиеся в Архангельской области  
[3, 4]

Поражаемые органы	Грибные заболевания	Описание повреждения грибными заболеваниями	Насекомые-вредители	Описание повреждений насекомыми-вредителями
Листья	Мучнистая роса ивы – возбудитель сумчатый гриб <i>Uncinula adunca</i> (Wallr.: Fr.) Lev. (= <i>U. salicis</i> . Wint.)	На обеих сторонах образуются плодовые тела гриба в виде мелких, вначале желтых, позже черных многочисленных точек. Часто плодовые тела покрывают большую часть поверхности листьев, вследствие чего они приобретают грязно-серую окраску	Ивовый жёлтый листоед <i>Galerucella lineola</i> F.	При массовом распространении жуки и личинки уничтожают листовую пластинку, оставляя нетронутой лишь среднюю жилку
Ветви, побеги	Парша и засыхание побегов ивы – возбудитель несовершенный гриб <i>Pollacia saliciperda</i> (Allesch.) Arch., сумчатая стадия <i>Venturia chlorosa</i> (Ces.) Wint	Почернение листьев и побегов ивы. Впоследствии пораженные части растения отмирают	Древесница въедливая <i>Zeuzera pygmaea</i> L.	Насекомое вредит на личиночной стадии. Гусеницы выгрызают ходы под корой и в древесине, чем нарушают сокодвижение дерева. Поврежденные деревья болеют. Ветки обламываются даже при слабом ветре
	Нектриевый некроз (нектриоз) коры – возбудитель сумчатый гриб <i>Nectria cinnabarina</i> (Tode ex Fr.) Wint. По конидиальной стадии <i>Tubercularia vulgaris</i> Tode ex Fr	Поражённая древесина темнеет, приобретает синевато-серую, зеленоватую или бурю окраску, затем загнивает		

Поражаемые органы	Грибные заболевания	Описание повреждения грибными заболеваниями	Насекомые-вредители	Описание повреждений насекомыми-вредителями
Ветви, побеги	Вальсовый (цитоспоровый) некроз – возбудитель – гриб <i>Valsa sordida</i> Pers (= <i>Cytospora chrysosperm</i> Pers)	Инфекция поражает растения через механические повреждения, приводя к отмиранию коры ивы. Отмершие участки приобретают бурую окраску, в дальнейшем покрываются телами спороношения – темными бугорками		
Ствол	Белая ядровая гниль стволов Возбудитель – ложный трутовик <i>Phellinus igniarius</i> L	Гриб образует белую ядровую гниль	Ольховый долгоносик <i>Cryptorrhynchus lapathi</i> L	На разных стадиях развития выгрызают отверстия в коре и устраивают ходы под корой, из-за чего замедляется рост, образуются
	Красно-бурая ядровая гниль стволов. Возбудитель – серно-желтый трутовик <i>Laetiporus sulphureus</i> Bull	Гриб образует красную ядровую гниль		опухолевидные наросты, деформирующие стволы, отмирает верх кроны, деревья ломаются и усыхают.
	Желтовато-белая ядровая гниль стволов. Возбудитель – ивовый трутовик <i>Phellinopsis conchata</i> Pers	Гриб образует желтовато-белую ядровую гниль		
Корни	Белая ядрово-заболонная гниль стволов и корней. Возбудитель – плоский трутовик <i>Ganoderma applanatum</i> Pers	Гриб образует белую ядрово-заболонную гниль		

Кроме включённых в таблицу насекомых вредителей, так же стоит отметить майского хруща восточного *Melolontha hippocastani* F. В наиболее характерных условиях произрастания ивы, то есть на избыточно увлажнённых почвах, этот вид не встречается. Он может быть опасен для ивы на дренированных почвах. Личинки развиваются в почве, питаются корнями, а жуки питаются листьями. Это вид также является одним из самых опасных вредителей для более популярных в России хозяйственно ценных пород [5].

Анализ полеченных результатов показывает, что у ивы в условиях Архангельской области имеется больше основных грибных заболеваний, чем основных насекомых-вредителей. При этом последние способны наносить более значительные повреждения.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации. Ива при плантационном выращивании нуждается в мероприятиях по борьбе с грибными заболеваниями и насекомыми – вредителями. Такие мероприятия позволят предотвратить ухудшение качества древесины. Для этого следует разработать специально направленную систему борьбы, которая будет наиболее эффективна и особенно с экономической стороны.

### Список литературы

1. Демидова Н.А., Дуркина Т.М. Результаты испытания местных и интродуцированных видов рода *salix* Европейском Севере России [Электронный ресурс] // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2012. №21 (140). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-ispytaniya-mestnyh-i-introdutsirovannyh-vidov-roda-salixm-evropeyskom-severe-rossii> (дата обращения: 10.03.2019).
2. Малаховец П.М. Лесные культуры: учеб. пособие / Сев. (Арктич.) фед. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. – 222 с. : ил.
3. Недревесная продукция леса: учебник / В.В. Петрик, Г.С. Тутыгин, Н.П. Гавевский. – М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 251 с.
4. Справочники ФБУ «Российский центр защиты леса» [Электронный ресурс] // ФБУ «Российский центр защиты леса»: [сайт]/ URL: [http://rcfh.ru/wiki/index.php/Заглавная\\_страница](http://rcfh.ru/wiki/index.php/Заглавная_страница) (дата обращения: 25.09.2019).
5. Тальпан П.Н., Яцентковский А.В. Вредные насекомые еловых и елово-лиственных лесов и меры борьбы с ними. Ленинград: Гослестехиздат, 1938. – 104 с.

**Давыдов Е.В.**

ассистент кафедры технологии металлов и машиностроения Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, egoregoregorDDD@yandex.ru

Научный руководитель: Фомин Е.В., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии металлов и машиностроения

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СУДОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Целью работы является выполнение анализа современных методов проектирования и технологий изготовления изделий в машиностроении и определение возможностей применения данных технологий в судовом машиностроении, а также анализ рынка современных САПР-систем, реализующих новые методы проектирования изделий машиностроения.

### **1. Предпосылки появления новых методов проектирования и изготовления изделий машиностроения**

Существующие на сегодняшний день традиционные методы проектирования изделий в машиностроении, такие как параметрическое и прямое твердотельное моделирование, позволяющие создавать геометрические модели для последующего их использования в САМ-системах для окончательной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ и изготовление готовых деталей на этих станках, постепенно уступают свое место современным и новым методам проектирования: обратный инжиниринг, генеративный дизайн и аддитивные производство [1].

Предпосылками для появления данных методов проектирования изделий машиностроения является [2]:

- повышение возможностей 3D-печати и ростом качества аддитивных технологий в целом;
- массовое распространение 3D-сканеров;
- появление новых технологий для работы с фасетными моделями.

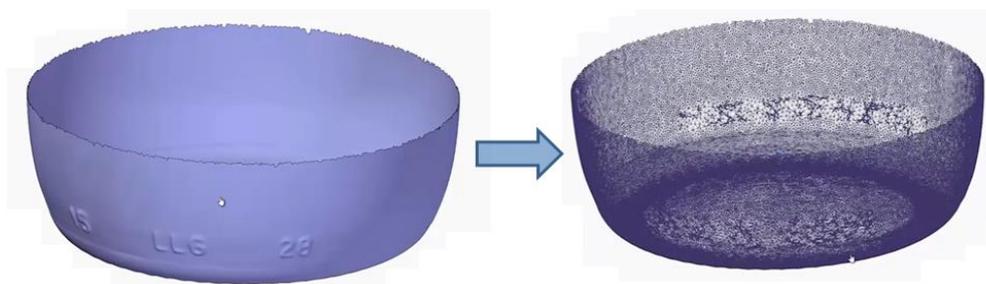
### **2. Обратный инжиниринг**

Обратный инжиниринг – процесс получения геометрии уже готового изделия или физического объекта. Это делается, например, для разработки новой конструкции, которая будет улучшенным вариантом уже существующей, или для создания нового компонента, который нужно вписать в уже имеющийся. Иными словами, процесс проектирования идет в обратном направлении – от физического объекта к его абстрактному представлению.

Наиболее типичными случаями применения обратного инжиниринга являются ситуации, когда: деталь нужна срочно, но производитель прекратил свою деятельность и такие детали больше не выпускаются (слиш-

ком велики сроки поставок или завышена цена); проектная документация не соответствует изделию, либо утрачена и ее сложно получить или такая вообще никогда не создавалась; требуется анализ геометрии и расчет напряжений после длительной эксплуатации (износ, деформации); необходим анализ продукции конкурентов.

Для реализации метода обратного инжиниринга используется технология 3D-сканирование физического объекта, результатом которой является создание цифровой 3D-модели объекта. Полученная 3D-модель представляет из себя фасетную геометрию (фасетную модель). Фасетная модель – это облако точек, представляющих внешнюю поверхность конструкции (рис. 1).



*Рис. 1.* Результат технологии 3D-сканирования – получение фасетной модели объекта

Однако 3D-сканирование никогда не дает идеального результата, особенно на объектах сложной формы с многочисленными внутренними карманами. Поэтому в современных САПР-системах все чаще стала появляться возможность редактировать и изменять геометрию фасетных моделей, что значительно упрощает процесс проектирования [3, 5].

### **3. Генеративный дизайн**

Генеративный дизайн – принципиально новая технология проектирования. Основана она на применении программного обеспечения, способного самостоятельно, без участия конструктора, генерировать трехмерные модели, отвечающие заданным условиям.

Генеративное проектирование – это то, что позволяет задать оптимальный баланс массы и прочности для конкретной детали. При генеративном проектировании можно создать наиболее оптимальный проект или форму детали, учитывая заранее заданные коэффициенты (например коэффициент запаса прочности).

Генеративное проектирование основано на анализе методом конечных элементов, который разбивает конструкции на элементы и вершины. Во время удаления материала программа убирает некоторые элементы из тех, что не несут нагрузки.

Для машиностроения особый интерес представляет оптимизация топологии – она приносит мгновенный эффект в виде экономии материалов и энергоресурсов, а также увеличения производительности.

Топологическая оптимизация представляет собой поиск оптимальной формы детали при заданных условиях закрепления и нагружения. Оптимальной считается форма, обеспечивающая наименьший вес. На рис. 2 представлен пример топологической оптимизации рамы швейной машины в программном комплексе Solid Edge.

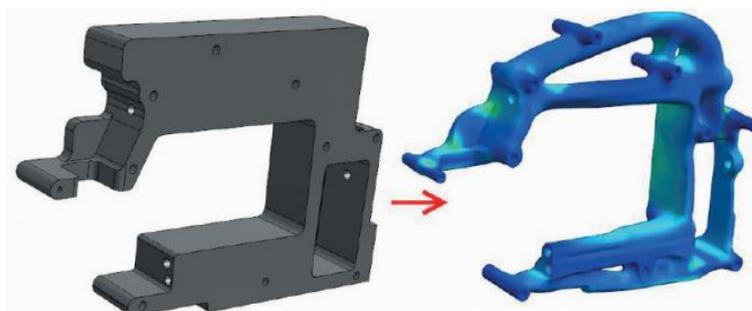


Рис. 2. Топологическая оптимизация рамы швейной машины в программном комплексе Solid Edge

И если раньше результаты генеративного проектирования использовались только для применения на 3D-печати (рис. 3а), то сегодня современные САПР-системы предлагают вариант использования оптимизированной детали, которую можно изготовить с помощью применения традиционного производства – литьем или механической обработкой (рис. 3б).

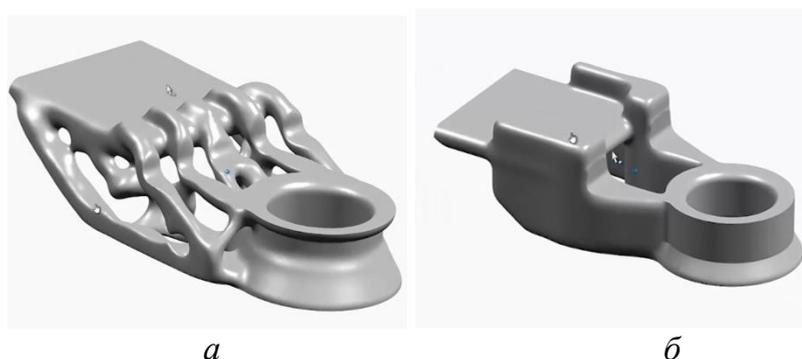


Рис. 3. Результаты генеративного проектирования  
а – для 3D-печати; б – для традиционного производства

#### 4. Аддитивные технологии

Аддитивные технологии – процесс изготовления изделия на основе САД модели путем послойного добавления материала. Создание (или, иначе говоря, выращивание) детали происходит за счет последовательного формирования слоев материала, их фиксации или отверждения и соединения между собой.

Основой 3D-печати служит фасетная модель. Это означает, что инженеры должны экспортировать свои 3D-модели в фасетный формат независимо от того, создавали они их методом параметрического, прямого или фасетного моделирования. Иногда инженеру приходится модифицировать выходные данные, повышая качество сетки или добавляя (убирая) элементы геометрии, например ребра или отверстия.

Самый главный принцип аддитивных технологий: изделия аддитивного производства не должны быть точной копией изделий, которые ранее получались с помощью механической обработки либо другими способами (рис. 4).



Рис. 4. Пример изделия аддитивного производства

Применение аддитивных технологий обладает широким рядом выгод по отношению к классическим методам механической обработки:

а) уменьшенное энергопотребление: аддитивные технологии позволяют сократить энергозатраты за счет сокращения количества технологических операций;

б) уменьшенное количество отходов производства: послойное создание изделия позволяет сократить расход материалов в отдельных случаях до 90 %;

в) сокращение времени изготовления изделия;

г) новые возможности для разработки: трехмерная печать помогает реализовать более сложную геометрию изделий, реализация которой ранее была крайне неэффективной;

д) объединение деталей: возможность изготовления деталей более сложной формы позволяет сократить количество отдельных деталей;

е) облегчение веса изделий при тех же свойствах.

Тем не менее, о полном переходе на аддитивные технологии речь пока не идет. Пока что они способны эффективно дополнять классические процессы или заменять их на каком-то определенном участке цикла.

## 5. Технология объединенного моделирования

В связи со сложностью использования фасетных моделей в машиностроительных САПР, компания Siemens PLM Software разработала прин-

цип объединенного моделирования, который успешно объединяет такие технологии как: обратный инжиниринг, генеративное проектирование, синхронная технология (комбинация прямого и параметрического моделирования) и аддитивное производство (рис. 5).



Рис. 5. Технология объединенного моделирования, разработанная компанией Siemens PLM Software и реализованная в программном комплексе Solid Edge

Принцип объединенного моделирования позволяет проектировать так, как раньше было невозможно, позволяет разработчику объединять и очень просто использовать данные из самых различных источников, редактировать и изменять фасетные модели, быстро конвертировать их в твердотельные модели и выводить готовые оптимизированные детали на 3D-печать. Все эти преимущества объединенного моделирования реализованы в программном комплексе Solid Edge от компании Siemens PLM Software.

Следует отметить, что на сегодняшний день в других САПР-системах нет ничего подобного, что подчеркивает революционный характер технологии. Как говорит вице-президент Siemens PLM Software Дэн Стэплз (Dan Staples): «Это умеем делать только мы, что и отличает нас от всех остальных САПР-систем» [4].

## 6. Использование новых методов проектирования для судового машиностроения

Таким образом, рассмотренные выше новые методы проектирования и изготовления изделий машиностроения (генеративное проектирование, обратный инжиниринг и аддитивное производство) вполне могут быть реализованы при изготовлении изделий судового машиностроения.

Применение данных технологий при изготовлении изделий судового машиностроения приведет к значительному сокращению отходов производства, времени изготовления изделий, подтолкнут разработчиков к созданию более сложной геометрии изделий, реализация которых ранее была неэффективна. С помощью применения технологии обратного инжиниринга судоремонтные предприятия смогут быстрее реализовать и нала-

дить производство тех деталей, документация которых была потеряна или не соответствует действительности, а также в случаях, когда проектант изделия прекратил свою деятельность или прекратил производство данной детали.

### Список литературы

1. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении. А.А. Черепашков, Н.В. Носов, Издательский дом «Ин-Фолио» 2009 г.
2. ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. Е. Липкин, М.: ООО «Остек-СМТ» 2017 г.
3. Новое поколение моделирования. Чад Джексон (Chad Jackson), журнал в области САПР «CADMASTER»: выпуск № 1 (87) 2018 г.
4. Объединенное моделирования. Олег Лукманов по материалам компании Siemens PLM Software, журнал в области САПР «CADMASTER»: выпуск № 1 (87) 2018 г.
5. Основы конструирования в Solid Edge ST10. Синхронная среда. Д. Зиновьев, «Студия Vertex» 2018 г.

**Дьякова В.В., Баганова А.А.**

студенты Высшей школы естественных наук и технологий, [lerradyakova@yandex.ru](mailto:lerradyakova@yandex.ru),  
[baganova.a@edu.narfu.ru](mailto:baganova.a@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Севастьянова Ю.В. канд. техн. наук, доцент, директор Инновационно-технологического центра «Современные технологии переработки биоресурсов Севера»

### ВЛИЯНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОПИТКИ НА СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ВЫСОКОГО ВЫХОДА

*Введение.*

Целлюлоза высокого выхода (ЦВВ) – полуфабрикат с повышенным выходом (52...55 %), получаемый из хвойной древесины и обладающий высоким уровнем физико-механических свойств. Данный полуфабрикат преимущественно используется для производства высокопрочных упаковочных видов бумаги и картона [1, 2...7].

В настоящее время самым распространенным способом получения ЦВВ является сульфатный. Главное преимущество сульфатного способа производства ЦВВ состоит в простой технологии регенерации отработанных химикатов, обеспечивающей высокую экономичность получения по-

луфабриката и минимальное загрязнение сточных вод. При этом около 85 % используемых на варку химикатов возвращается в виде нового варочного раствора. При данном способе варки растворяется относительно небольшое количество гемицеллюлоз. Сульфатный метод позволяет перерабатывать почти все виды древесного и недревесного сырья [8].

Процесс производства ЦВВ – двухстадийный: первая стадия – варка щепы с химикатами при высокой температуре; вторая стадия – механическое разделение размягченной или полупроваренной щепы на волокна при помощи горячего размола. При варке такой целлюлозы под действием химикатов происходит размягчение и частичное растворение срединной пластинки и лигнина, находящегося в стенках волокна. Высокая температура способствует пластификации лигнина срединной пластинки, что облегчает разделение полупроваренной щепы на волокна и снижает расход энергии на разволокнение.

Целью данного исследования было изучение влияния степени провара (числа Каппа) ЦВВ, получаемой в варочных установках типа «Камюр» различных конструкций на структурно-морфологические свойства волокон.

*Методическая часть.* Объектами исследования были промышленные образцы целлюлозы высокого выхода, производимые на варочных установках типа «Камюр» различных конструкций – без пропиточного резервуара (котлы А и С) и с пропиточной камерой (котел В). Число Каппа определяли в соответствии ГОСТ 10070-74 (ИСО 302-81/ ISO 302-2015) Целлюлоза и полуцеллюлоза. Метод определения числа Каппа (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). Pulp and semi-pulp. Pulps – Determination of Kappa number [9].

Для определения структурно-морфологических характеристик волокон использовали анализатор свойств волокна системы Fiber Tester, разработанный компанией Lorentzen & Wettre и позволяющий оперативно проводить измерения структурно-морфологических характеристик отдельных волокон, формирование массивов данных и их обработку. При этом анализировали следующие параметры волокон: среднюю длину, среднюю ширину, среднее значение формы (т.е. частное от деления проекции длины на фактическую длину), долю мелочи (процент волокон короче 0,2 мм относительно числа волокон длиннее 0,2 мм), грубость (вес волокна на единицу длины).

*Экспериментальная часть.* Для проведения эксперимента отбирали пробы ЦВВ из технологического потока при изменении параметров режима варки с целью получения полуфабриката разной степени провара. Для проведения анализа структурно-морфологических характеристик волокон с помощью анализатора Fiber Tester из каждой пробы целлюлозы отбирали 100–200 мл суспензии, содержащей около 0,1 г абсолютно-сухих воло-

кон. Сравнительные результаты измерения свойств волокон ЦВВ с числом Каппа 75...85, получаемой в варочных котлах различных конструкций, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Структурно-морфологические характеристики волокон сульфатной хвойной ЦВВ

Котел	Средняя длина, мм	Средняя ширина, мкм	Средний фактор формы, %	Грубость, мкг	Доля мелочи, %
<i>Без предварительной пропитки щепы</i>					
Котел А	2,18	31,8	86,2	266	3,4
Котел С	2,27	32,4	86,6	271	3,5
<i>С предварительной пропиткой щепы</i>					
Котел В	2,19	31,6	87,2	244	3,5

Выход полуфабриката в период отбора проб ЦВВ с числом каппа 75...85 единиц составил 51,6...54,9 %. При этом отмечено, что проведение предварительной пропитки щепы (котел В) не приводит к существенному отличию структурно-морфологических свойств волокон от полуфабрикатов, полученных без пропитки. В целом, средняя длина волокон исследуемых полуфабрикатов составила 2,2...2,3 мм, ширина волокон – 31,6...32,4 мкм, доля мелочи – 3,4...3,5 %.

Повышение жесткости полуфабриката при варке с 75...85 до 100...110 единиц (табл. 2) соответствует выходу полуфабриката 63,3 % и приводит к некоторому повышению средней длины и ширины волокон (на 5 и 10 % соответственно) и снижению доли мелочи на 8,5 %, что обусловлено более легким разделением полупроваренной щепы на волокна при горячем размоле. В тоже время отмечено увеличение грубости волокон.

Таблица 2

Сравнение свойств сульфатной хвойной ЦВВ при разной степени провара

Число Каппа	Средняя длина, мм	Средняя ширина, мкм	Средний фактор формы, %	Грубость, мкг	Доля мелочи, %
75...85	2,19	31,6	87,2	244	3,5
100...110	2,30	34,7	87,1	289	3,2

### Список литературы

1. Галеева Н.А. Производство полуцеллюлозы и целлюлозы высокого выхода. М., 1970.
2. Технология целлюлозы: В 3 т. Т. 2: Производство сульфатной целлюлозы / Ю.Н. Непенин. М., 1990.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства: В 3 т. Т. 1: Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2.
4. Холмова М.А., Комаров В.И., Гурьев А.В. Влияние соотношения свободно отделяемого и принудительно разделяемого волокон при разволокнении после варки

сульфатной хвойной ЦВВ на свойства полуфабриката // ИВУЗ. Лесной журнал. 2007. № 3. (в печати).

5. Дьякова, Е.В. О возможности фракционирования полуфабрикатов в производстве тарного картона [Текст] / Е.В. Дьякова, А.В. Гурьев, В.И. Комаров, В.И. Белоглазов // Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Новое в подготовке волокнистой массы для различных видов бумаги и картона», СПб. – 2010. – С. 55–60.

6. Гурьев, А.В. Комплексная оценка изменения свойств волокон полуфабрикатов для тарного картона при многократной переработке [Текст] / А.В. Гурьев, Е.В. Дьякова, В.И. Комаров // Науч. тр. 11-ой междунар. науч.-техн. конф. «Современные тенденции в развитии производства бумаги, картона, гофрокартона из макулатурного сырья». – Караваево. – 2010. – С. 65–74.

7. Холмова М.А., Комаров В.И., Гурьев А.В. Целлюлоза высокого выхода. Способы получения. Свойства (обзор) // Химия растительного сырья. 2007. № 2.

8. Миловидова, Л.А. Сравнительная оценка способов производства полуцеллюлозы и целлюлозы высокого выхода из лиственной (осиновой) древесины [Текст] / Л.А. Миловидова, Е.В. Дьякова, Ю.В. Севастьянова, М.А. Гусакова // Научные основы инновационных технологий бумаги и картона: Сб. науч. тр. 1 Всероссийской науч.-техн. конф., посв. 290-летию со дня основания ОАО «Полотняно-Заводская бумажная фабрика», МГУЛ. – 2008. – С. 24–26.

9. ГОСТ 10070-74 (ИСО 302-81/ ISO 302-2015) Целлюлоза и полуцеллюлоза. Метод определения числа Каппа (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). Pulp and semi-pulp. Pulps – Determination of Карра number. Дата введения 1975-01-01 взамен ГОСТ 10070-62. ПЕРЕИЗДАНИЕ (декабрь 1998 г.) с Изменениями N 1, 2, 3, 4, утвержденными в апреле 1975 г., ноябре 1979 г., июне 1984 г., марте 1990 г. (ИУС 5-75, 12-79, 9-84, 7-90). – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 14 с.

**Евсеев А.Д.**

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, [evseev.a.d@edu.narfu.ru](mailto:evseev.a.d@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Штаборов Д.А., старший преподаватель кафедры геодезии и земельного кадастра

## **ЮСТИРОВКА КРУГЛОГО УРОВНЯ НА ВЕХЕ**

Цель: Ознакомится с методом юстировки круглого уровня на вехе и выполнить её на практике.

Основная проблема юстировки круглого уровня на вехе заключается в том, что веху не получается вращать относительно одной вертикальной оси, как, например, нивелир с круглым уровнем. Несмотря на это существует несколько способов выполнить юстировку [1].

Я применил способ с использованием теодолита 2Т30. Для удобства работа выполнялась вдвоём и с использованием бипода. Основная идея

данного метода заключается в том, что с помощью теодолита веха устанавливается в отвесное положение и производится юстировка уровня исправительными винтами.

Для начала веха с отражателем и теодолит устанавливаются на одной высоте на расстоянии 5 м друг от друга, теодолит приводится в рабочее положение, уровень на вехе располагается так, чтобы линия, проведенная через два исправительных винта, была параллельна плоскости марки отражателя (рис. 1).

Далее наблюдатель наводится на самый низ вехи, после чего закрепляя лимб и алидаду, наводится на отражатель, а помощник, следуя командам наблюдателя, устанавливает веху так, чтобы вертикальная нить сетки нитей проходила строго по центру призмы отражателя (рис. 2).

В этот момент стоит убедиться, что призма смотрит строго в сторону теодолита. После установки вехи, вращением двух исправительных винтов, прямая между которыми параллельна плоскости марки отражателя, пузырёк уровня приводится в такое положение, при котором он находится в одной плоскости с осью круглого уровня и третьим винтом. После этого необходимо повернуть веху на  $90^\circ$ . Чтобы сделать это достаточно точно, помощник, следуя командам наблюдателя, добивается такого расположения вехи, при котором визирная ось зрительной трубы лежит в плоскости марки отражателя (рис. 3).

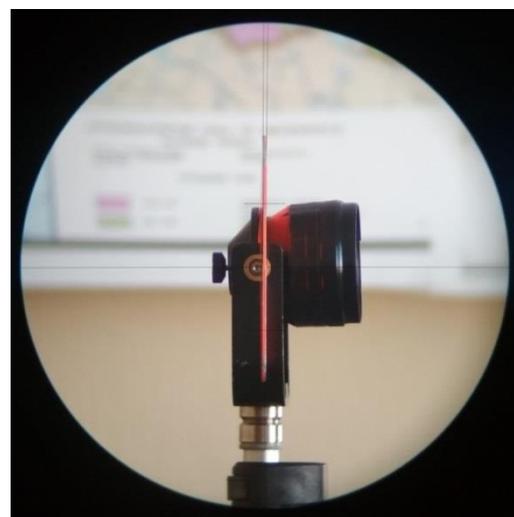
Далее, вращением третьего винта, пузырёк уровня приводится в такое положение, при котором он находится на плоскости, параллельной плоскости марки отражателя, и проходящей через ось круглого уровня.



*Рис. 1*



*Рис. 2*



*Рис. 3*

Для достижения лучшего результата данная операция повторяется два или три раза.

Вывод: Мы выполнили юстировку круглого уровня на вехе.

### Список литературы

1. Геодезия [Текст]: учебник / А. Г. Юнусов [и др.] ; Гос. Ун-т землеустройства. – Москва: Академический Проект; Гаудемус, 2011. – 409 с.

**Екимова Е.Н., Калач Ю.А.**

студенты Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, s.platonenkov@narfu.ru

Научный руководитель: Платоненков С.В., старший преподаватель кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

### МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ

Судно является достаточно сложным сооружением, проектирование которого требует решения множества задач и разнообразных вопросов. Примером одной из таких задач является определение центра тяжести (ЦТ), которая оказывается одной из важнейших при проектировании различных судов, поскольку от положения ЦТ зависят как экономические, так и мореходные качества судна.

Центром тяжести судна является точка приложения силы веса судна. Для его определения существует два пути: расчетный подразумевает составление уравнений статических моментов относительно основных координатных плоскостей и экспериментальный – определение ЦТ судна на плаву, для чего чаще всего проводят процедуру кренования.

Более перспективным способом определения ЦТ является совокупность вышеназванных путей, на основе анализа колебаний судна в процессе его эксплуатации. По данной тематике, активная деятельность происходит в основном в приборостроении для авиации, однако некоторые наработки можно применить и для определения центра тяжести судна.

В настоящее время в Севмашвтузе ведутся работы по созданию микропроцессорной системы для экспериментального динамического определения ЦТ.

В ходе реализации проекта были разработаны математическое описание системы, структурная и принципиальная схемы и выбрана элементная база.

Считается, что колебания судна при качке происходят в плоскости ватерлинии. Положение центра тяжести в этой плоскости зависит от множества факторов: загрузки судна грузом и топливом, перемещения грузов во время плавания и т.п. Так при размещении груза в носовой части ЦТ смещается к носу, и, наоборот, при размещении грузов в кормовой части центровка смещается назад.

При качке судна каждая точка анализируемой плоскости совершает движение. При этом точка ЦТ совершает вращательные движения, остальные точки – поступательные. Анализ характеров движений в нескольких точках позволит найти положение ЦТ судна.

Предполагается использование трех датчиков, которые на палубе образуют треугольник.

Геометрическая задача определения ЦТ будет выглядеть, как изображено на рис. 1.

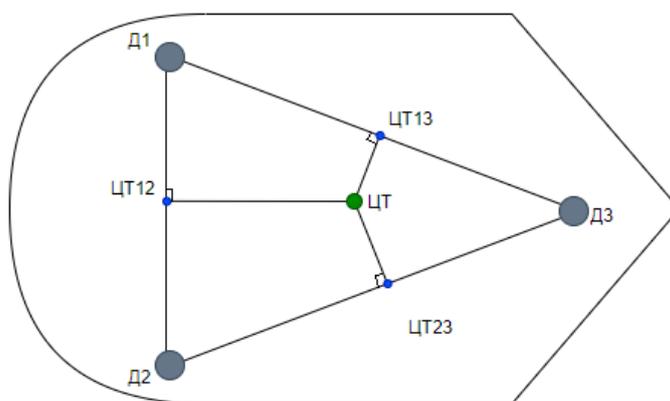


Рис. 1. Геометрическая задача определения ЦТ

Задача на плоскости может быть разбита на несколько подзадач нахождения оси вращения отрезков, соединяющих вершины треугольника. Данная геометрическая подзадача представлена на рис. 2.

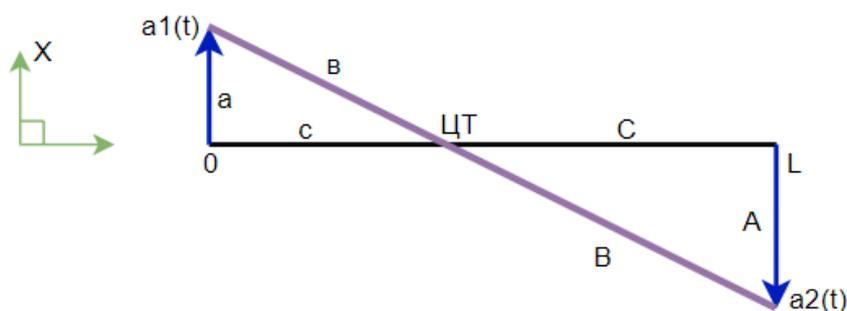


Рис. 2. Геометрическая задача

Ось  $X$  всегда перпендикулярна линии между датчиками и осью вращения, на которую проецируются вектора ускорений крайних точек. Расстояние  $L$  между акселерометрами и полученное ускорение на бортах из-

вестно. Тангенциальное ускорение зависит от плеча между датчиком и центром тяжести [1].

Если соединить прямой концы векторов ускорений  $a_1(t)$  и  $a_2(t)$ , получается два подобных треугольника  $\Delta ABC \sim \Delta abc$ . Из подобия треугольников следует:

$$\frac{a}{A} = \frac{b}{B} \quad (1)$$

С учетом полученного соотношения вычисляется центр тяжести:

$$\text{ЦТ} = L \cdot \frac{a}{a + A} \quad (2)$$

В рассмотренном случае не учитывается влияние земного притяжения на показания датчиков. В реальной же системе следует учитывать влияние этой силы, так как изменение угла в системе влечет изменения проекции вектора гравитации, это будет влиять на показания акселерометра. Отслеживание угла производится при помощи гироскопа, который встроен в датчик. Корректировки выполняются программно на основе полученных данных с гироскопа и в рамках данной статьи не рассматриваются.

Аналогичным образом находятся значения между всеми узлами датчиков, т.е. ЦТ12, ЦТ13, ЦТ23 (см. рис. 1). Далее находится точка пересечения перпендикуляров отложенных от ЦТ12, ЦТ13, ЦТ23, которая будет искомым точкой смещенного центра тяжести.

На основе выведенной геометрической задачи спроектирована структурная схема устройства представленная на рис. 3.

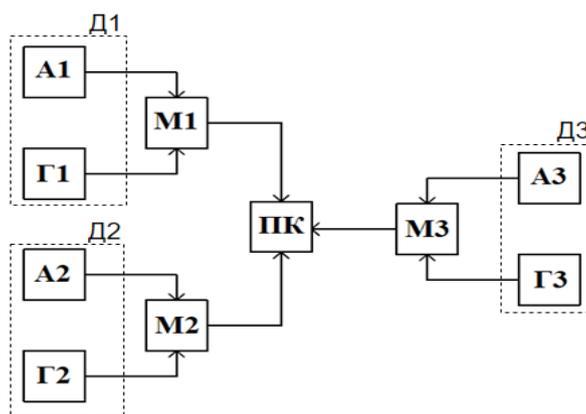


Рис. 3. Структурная схема устройства определения ЦТ

Устройство содержит три интеллектуальных трехосных геометрический датчик на основе 9-осевых датчиков абсолютной ориентации (Д1-Д3), которые включают в себя трехосный акселерометр (А1-А3) и трехосный гироскоп (Г1-Г3). Данные обрабатываются микроконтроллерами (М1-М3). При этом измеряются центростремительные ускорения в фиксированных точках, расположенных на известном расстоянии друг от друга,

посредством акселерометров. Конечной обработкой данных занимается персональный компьютер (ПК).

Был собран макет устройства, который показал правильность выбранных решений. Анализ работы макета показал необходимость применения более точных и быстродействующих измерительных модулей.

В качестве датчиков предполагается применение датчиков абсолютной ориентации BNO-055. Bosch Sensortec BNO055 это интеллектуальный 9-осевой датчик абсолютной ориентации, представляющий собой комплексную систему (SiP), включающую трехосный 14-разрядный акселерометр, трехосный 16-разрядный гироскоп с диапазоном  $\pm 2000$  градусов в секунду, трехосный геомагнитный датчик и 32 микроконтроллер ARM Cortex M0+ с программным обеспечением Bosch Sensortec Fusion в едином корпусе. Ядро микроконтроллера получает данные с датчиков, обрабатывает их и записывает результаты во внутренние регистры микросхемы, доступные для чтения через стандартные последовательные интерфейсы [2]. Таким образом, микроконтроллеру устройства не нужно отвлекаться на низкоуровневые вычисления, связанные с сенсорами движения, в его распоряжении будет информация по линейному ускорению, направлению движения устройства, вектору гравитации и кватернионам.

Перенос основных вычислений во встроенный микроконтроллер датчика позволил использовать в качестве линейного драйвера связи с ПК плату Arduino Nano использующую микроконтроллер Atmel ATMEGA8. Плата обладает рядом преимуществ, например, компактный размер и достаточный функционал, которые позволяют сделать итоговое устройство малогабаритным и большим количеством опций.

В настоящее время проводится сборка и отладка второй версии модели устройства для определения ЦТ судна на плоскости, на базе оптимизированной микропроцессорной системы и наиболее современных датчиков, обладающих достаточно высокой точностью.

Таким образом, представленный способ и устройства достаточно просты в реализации и применении и могут быть использованы на судах для определения положения центра тяжести.

### Список литературы

1. Горочный, В.В. Система определения точки вращения подвижного объекта [Текст] / В.В. Горочный, Чецкий В.И. // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2017: сб. материалов конф. / Сев. (Аркт.) федер. Ун-т им М.В. Ломоносова; сост. Ю.С. Кузнецова. – Архангельск, 2017. – С. 507–511.

2. Анализ возможности использования датчика ориентации BOSCH BNO-055 для ориентации робота в пространстве [Электронный ресурс]. URL: [http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/52023/1/conference\\_tpu-2018-C79\\_p306-310.pdf](http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/52023/1/conference_tpu-2018-C79_p306-310.pdf) (дата обращения 13.03.2020).

**Ершов К.К., Шевелёв Д.Е.**

студенты Высшей школы энергетики нефти и газа, [vk.lubov@mail.ru](mailto:vk.lubov@mail.ru);

[juustpush1@gmail.com](mailto:juustpush1@gmail.com); [kkirillershov@gmail.com](mailto:kkirillershov@gmail.com)

Научный руководитель: Любов В.К., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплоэнергетики и теплотехники

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ЧАСТИЦ УНОСА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ ПО ВИР И ППФ-СХЕМЕ СЖИГАНИЯ

При сжигании углей образуются продукты сгорания, в которых содержатся: летучая зола, частички несгоревшего пылевидного топлива, оксиды серы и азота, газообразные продукты неполного сгорания, что загрязняет окружающую среду. Немедленный полный отказ от угольной генерации во всем мире по экологическим соображениям является нереалистичным сценарием. В этой ситуации компромиссный переходный путь открывают технологии, обеспечивающие возможность низкоэмиссионного сжигания топлив. Доминирующей технологией сжигания угольного топлива является схема прямоточного пылеугольного факела (ППФ) различной модификации. Альтернативными направлениями, позволяющими решить некоторые из проблем ППФ, являются низкотемпературные схемы сжигания твердого топлива: в топках с кипящим и циркулирующим кипящим слоем (КС и ЦКС) и в топках с низкотемпературным вихрем (НТВ или ВИР-технология) [1].

Золуловитель «CE 235 Gas Cyclone» – прибор, используемый для обучения студентов и специалистов методам инерционно-гравитационного отделения твердых частиц из воздушного потока.

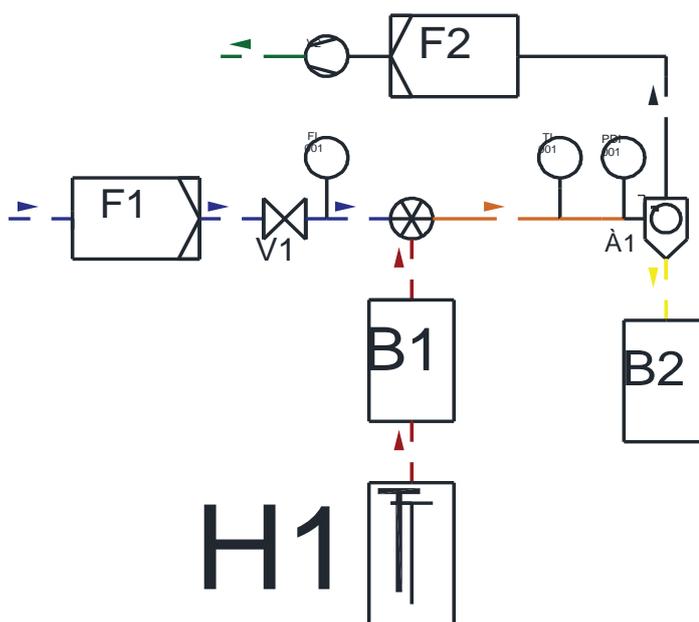


Рис. 1. Принцип работы «CE 235 Gas Cyclone»

Воздух поступает в экспериментальную установку через фильтр впуска воздуха (F1). Объёмный расход воздуха регулируется с помощью клапана (V1).

Исследуемый материал подается в установку из специальной питательной емкости (B1) с помощью подающего устройства (H1) и щетки. Твердый материал и воздух образуют аэрозоль, которая поступает в циклонный пылеотделитель (A1). Там за счет инерционно-гравитационной сепарации твердый материал отделяется от газового потока. При этом отсепарированные частицы поступают в сборный бункер (B2).

Не уловленный мелкодисперсный материал отделяется от газового потока с помощью фильтра (F2), при этом очищенный воздух выводится из установки наружу.



Рис. 2. Конструкция установки

Пылесос (11), оборудованный вентилятором и фильтром тонкой очистки, обеспечивает разрежение для забора воздушного потока в установку. При этом забираемый воздух проходит через входной фильтр (7), ротаметр (6), через участок ввода в воздушный поток исследуемого твердого материала и по входному патрубку (2) тангенциально вводится в циклон (1). Блок подачи (3) перемещает материал из подающего цилиндра (4) в щётку (5), где материал за счёт воздушного потока попадает в циклонную камеру. Расход воздуха, поступающего в стендовую установку, измеряется с помощью ротаметра, а его температура определяется термопарой. В циклоне происходит отделение основной массы твердого материала от газового потока. Уловленные частицы твердого материала поступают в сборный бункер (10) и скапливаются в емкости (9). Циклон обла-

дает определенным аэродинамическим сопротивлением, для фиксации которого проводился замер перепада давлений.

Воздушный поток с мельчайшими частицами твердого материала поступает в пылесос, где с помощью фильтра тонкой очистки обеспечивается улавливание тонкодисперсных частиц. После очистки воздушного потока он выводится из установки наружу.

Для заполнения питательного устройства твердым материалом и его утранбовывания используется темпер (8).

Исследования сепарационных характеристик летучей золы, отобранной из-под золоуловителей котлов с ВИР-технологией сжигания и с традиционной схемой ППФ при сжигании угольной пыли проводилось на экспериментальной установке «СЕ 235 Gas Cyclone». Скорость воздушного потока при проведении экспериментов изменялась в диапазоне 9,19–45,88 м/с ( $Re = 79550 - 297500$ , при определяющем диаметре  $D = 0,08$  м). При скоростях потока на входе в циклон 33,9–46,4 м/с степень очистки газов от золовых частиц составляет около 99 % (рис. 3), однако сопротивление циклона возрастает до 4,0–7,4 кПа (рис. 4). Снижение скорости потока до 15,4–21,6 позволяет обеспечить степень очистки газов от золовых частиц до 97,5–98,5 % при этом сопротивление снижается до 1,2–3,0 кПа.

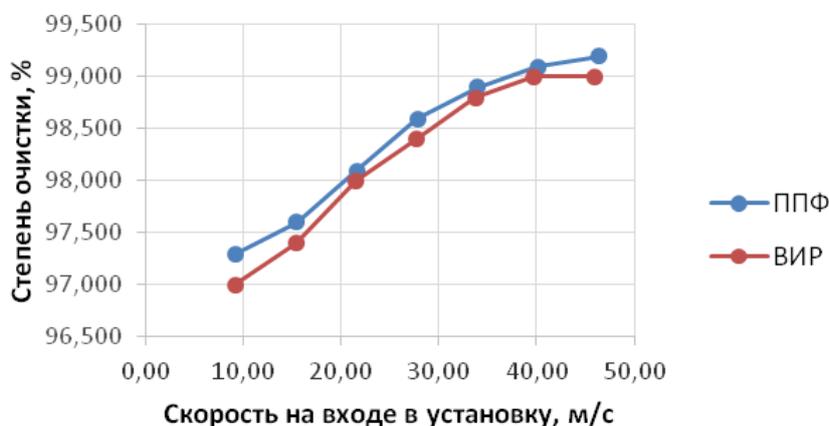


Рис. 3. Зависимость степени очистки от скорости на входе в установку

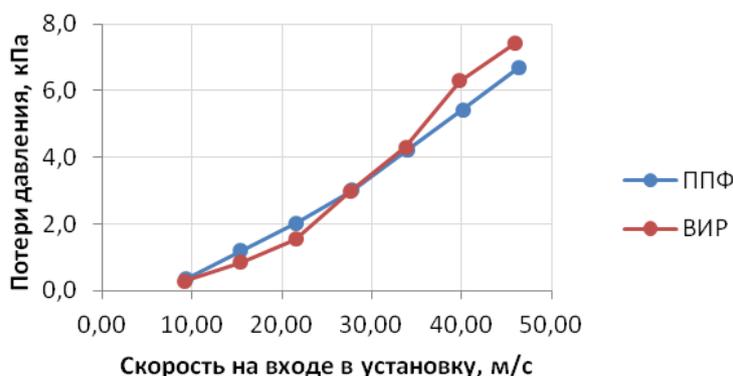


Рис. 4. Зависимость сопротивления циклона от скорости на входе в установку

Исследование гранулометрического состава золовых частиц, уловленных в циклоне, показало, что при скоростях менее 20 м/с наблюдается незначительный проскок частиц размером менее 45 мкм. При этом более высокий проскок характерен для летучей золы с котла ППФ.

Исследование гранулометрического состава летучей золы, после прохождения через экспериментальную установку со скоростями 9–15 м/с и 40–46 м/с проводилось ситовым методом (рис. 5–8). При этом использовался прямой метод анализа [2] и анализатор AS 200 Control. Взвешенная проба анализируемого материала просеивалась через набор сит с поддоном путем многократного механического воздействия. Фракции частиц уловленной золы после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, взвешивались. После этого, проводилась обработка полученных результатов с построением гистограмм, интегральных и дифференциальных зерновых характеристик. Гистограммы, характеризующие распределение летучей золы по крупности частиц, для котлоагрегатов СТЭЦ-1 с различными технологическими схемами сжигания каменного угля приведены на рис. 5–8.

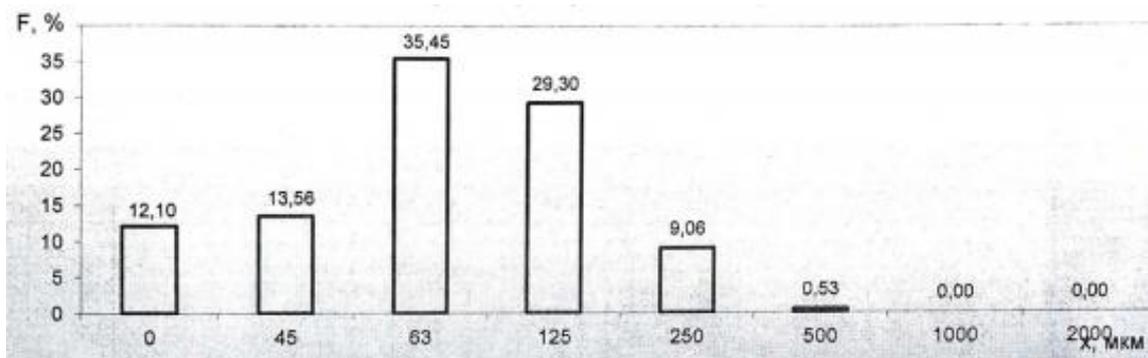


Рис. 5. Гистограмма распределения по фракциям летучей золы с котла ПК-10 ст. № 9 с ППФ при скоростях 9–15 м/с

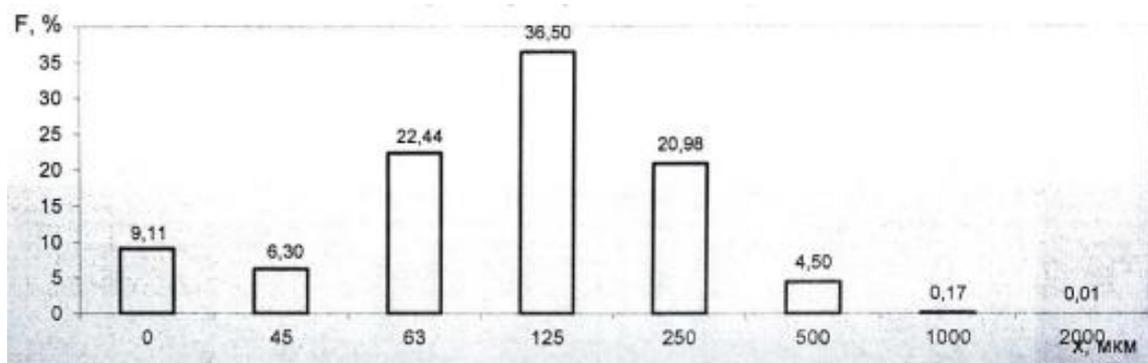


Рис. 6. Гистограмма распределения по фракциям летучей золы с котла ПК-10 ст. № 9 с ППФ при скоростях 40–46 м/с

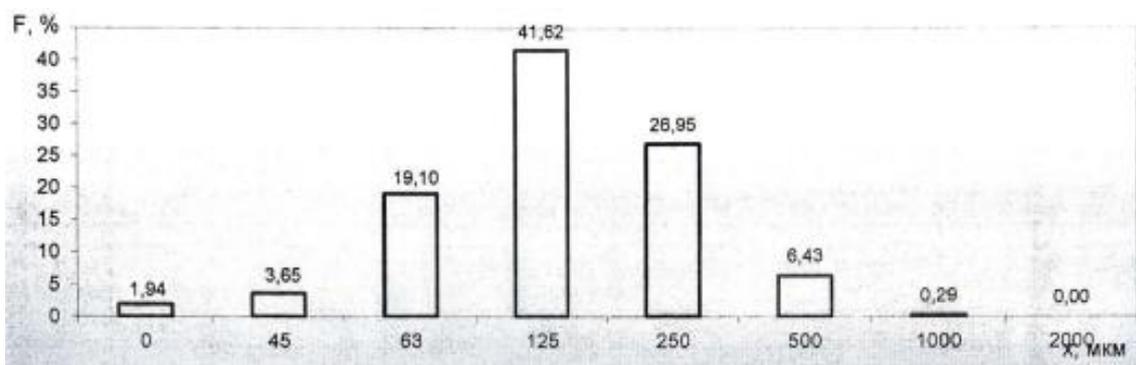


Рис. 7. Гистограмма распределения по фракциям летучей золы с котла ПК-10 ст. №8 с ВИР при скоростях 9-15 м/с

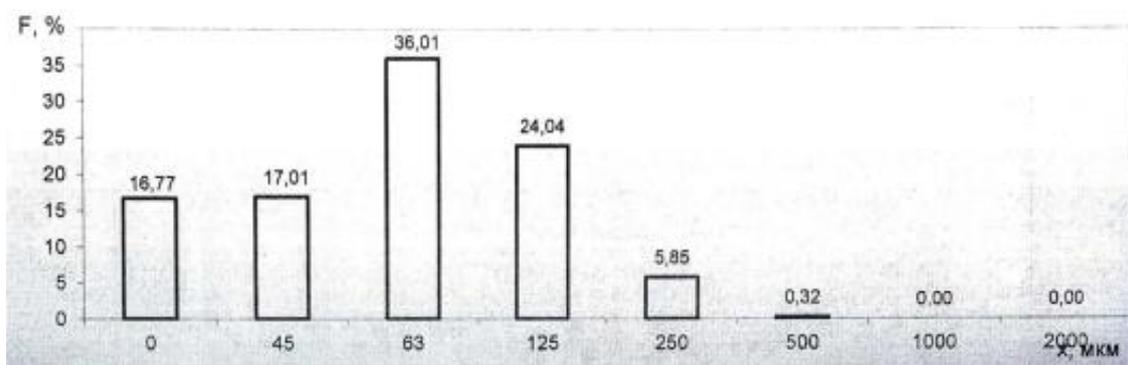


Рис. 8. Гистограмма распределения по фракциям летучей золы с котла ПК-10 ст. № 8 с ВИР при скоростях 40–46 м/с

Результаты выполненных исследований позволяют провести выбор оптимальной пылеулавливающей установки для инерционно-гравитационного отделения из газового потока летучей золы, образующейся при сжигании каменных углей по ППФ и ВИР-технологиям сжигания.

### Список литературы

1. Lyubov V.K., Finker F.Z. Reducing the Environmental Impact of Coal-Fired Thermal Power Station // Материалы 7-ой всероссийской конференции с международным участием на тему «Тепломассообмен и гидродинамика» в закрученных потоках. Рыбинск, 2019.
2. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 416 с.

**Ершова П.А., Аннамыврадов Б.**

студенты Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [yershova.polina@mail.ru](mailto:yershova.polina@mail.ru), [bayramannamyradow20@gmail.com](mailto:bayramannamyradow20@gmail.com),

Научный руководитель: Коряковская Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизи, робототехники и управления техническими системами

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА**

Поверхностная плотность бумажного полотна является важным показателем качества бумаги. Для различных сортов продукции целлюлозно-бумажных предприятий (ЦБП) технологическим регламентом устанавливаются допустимые пределы изменения данного параметра. Несоблюдение требований регламента равносильно производству бракованной продукции.

Выход за нижнюю границу нормы соответствует тонким участкам, приводящим к ухудшению качества печати [1], вероятности обрывов [2], неравномерности просвета [3] и другим изменениям потребительских свойств. Если поверхностная плотность выше границы нормы, то при производстве имеется перерасход волокнистого сырья.

Проблема повышения качества основных характеристик бумаги актуальна, так как совершенствуются технологии автоматизации, появляется новое оборудование, а требования потребителя неуклонно возрастают.

Цель исследования – оценка качества регулирования поверхностной плотности бумажного полотна в машинном и поперечном направлениях.

Объект исследования – поверхностная плотность бумажного полотна.

Предмет исследования – качество регулирования объекта.

Методы исследования – статистические.

Гипотеза: результаты измерений поверхностной плотности распределены по нормальному закону. Качество регулирования можно оценивать по показателям: среднее значение, стандартное отклонение, доверительный интервал. Результаты статистической обработки экспериментальных данных подтверждают соответствие качества бумаги требованиям технологического регламента (ТР).

Алгоритм проведения исследований разработан в виде функциональной модели по нотации ЕРС на рис. 1.

Событию (рис. 1) соответствует получение результатов измерений поверхностной плотности бумаги со сканирующего устройства АСУ ТП БДМ – 4 ОАО «АЦБК». Размер массива измерительной информации (94x420) – это 94 скана значений поверхностной плотности по ширине полотна в 420 точках.

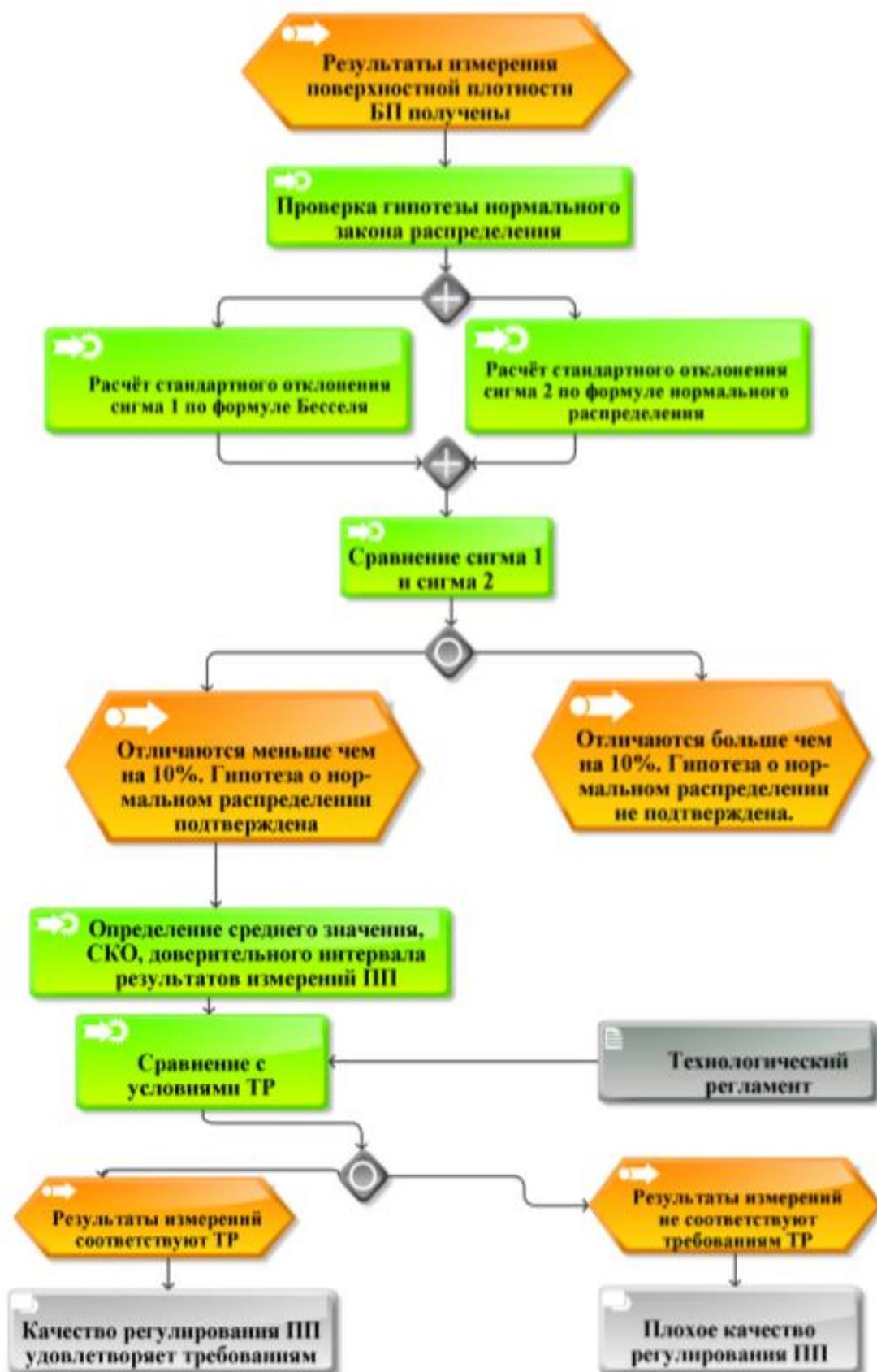


Рис. 1. Функциональная модель проведения исследований

Формула Бесселя для расчёта стандартного отклонения  $\sigma_1$  имеет вид:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}, \quad (1)$$

где  $n$  – объём выборки ( $n = 94$  при исследовании в машинном направлении,  $n = 420$  при исследовании качества в поперечном направлении);  $v_i$  –  $i$ -е значение остаточного отклонения,  $i = 1 \dots n$ .

Остаточное случайное отклонение  $v_i$  определяется по формуле:

$$v_i = m_{срi} - \bar{m}, \quad (2)$$

где  $\bar{m}$  – среднее значение поверхностной плотности (ПП).

Средние значения ПП  $m_{срi}$  определяются по формуле:

$$m_{срi} = \frac{\sum_{j=1}^N m_j}{N}, \quad (3)$$

где  $m_j$  – значения ПП;  $N$  – объём выборки ( $N = 420$  при исследовании ПП в машинном направлении,  $N = 94$  при исследовании качества в поперечном направлении).

Формула стандартного отклонения для нормального распределения случайной дискретной величины имеет вид:

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{1,5707}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n |v_i|}. \quad (4)$$

В табл. 1 приведены результаты расчётов по алгоритму (рис.1)

Таблица 1

Результаты статистической обработки

Сорт бумаги, требования ТР к ПП	Бумага офсетная, масса площадью 1 м <sup>2</sup> , 60 <sup>+2</sup> <sub>-3</sub> г	
	В машинном направлении	В поперечном направлении
Объём выборки, n	94	420
Среднее значение ПП $\bar{m}$ , г/м <sup>2</sup>	58,782	58,783
Стандартное отклонение, $\sigma_1$	0,3374	1,188
Стандартное отклонение, $\sigma_2$	0,3391	1,027
Отличие $\sigma_1$ от $\sigma_2$ , %	0,505	13,507
табличное значение $t$ – критерия Стьюдента	1,9855	1,9656
Минимальная граница ПП, при P=0,95	58,11	56,45
Максимальная граница ПП, при P=0,95	59,45	61,1
Максимальное значение ПП по ТР	62	62
Минимальное значение ПП по ТР	57	57

На рис.2, 3 построены графические изображения профилей поверхностной плотности по длине и ширине бумажного полотна.



Рис. 2. Профиль ПП бумажного полотна в машинном направлении

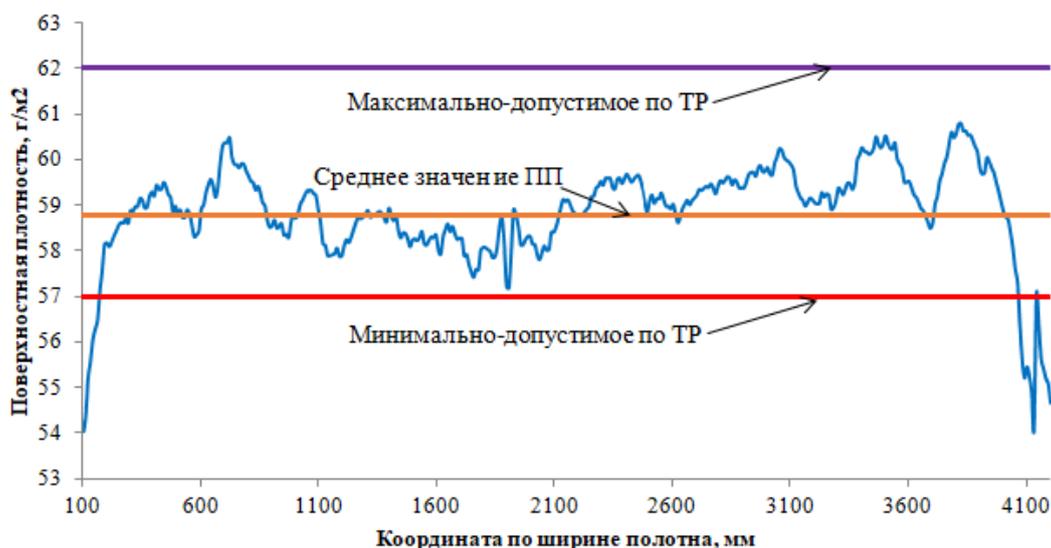


Рис. 3. Усреднённый профиль ПП по ширине бумажного полотна

Выводы:

1. Доказано, что результаты измерений поверхностной плотности в машинном направлении подчиняются нормальному закону распределения, так как стандартные отклонения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  отличаются на 0,505 % (табл.1)
2. Профиль поверхностной плотности бумажного полотна в машинном направлении находится внутри границ, установленных требованиями технологического регламента (рис. 2).
3. Средние значения поверхностной плотности в машинном и поперечном направлениях совпадают (табл. 1).
4. Стандартные отклонения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  в поперечном направлении отличаются более чем на 10 % (табл. 1), однако, как видно из рисунка 3,

наблюдаются сильные отклонения от среднего значения по краям бумажного полотна, что можно объяснить наличием инструментальных погрешностей измерения. Если рассматривать поперечный профиль от 200 до 4000 мм, то результаты измерений поверхностной плотности находятся внутри границ, установленных регламентом. Гипотеза подтверждается.

### Список литературы

1. Бородин С.А., Пасова С.Я., Кузовлёва О.В. Влияние свойств бумаги на процесс цифровой печати [Текст] / С.А. Бородин // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. Вып. 7. Ч. 1. С. 263–265.
2. Леонтьев В.Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага – краска – оттиск»: учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУ РП, СПб., 2009. – 170 с.
3. Малахова Ю.Г., Левшина В.В., Бывшев А.В. Влияние технологических факторов на просвет бумаги. Химия растительного сырья. 1999. № 2. С. 149–153.

### Завернина Ю.И.

студентка Высшей инженерной школы, [yulia.zavernina@bk.ru](mailto:yulia.zavernina@bk.ru)

Научный руководитель: Оруджова О.Н., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобильных дорог и строительного производства

### **ЗВУКОВОЙ И ВИБРАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ ШУМОВЫХ ПОЛОС, УСТРАИВАЕМЫХ НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Обеспечение безопасности дорожного движения это сложная многоплановая задача, которая имеет комплексный характер. Необходимо разрабатывать новые, рассматривать старые мероприятия по обеспечении безопасности на дорогах, разрабатывать новые программы по улучшению недопустимости дорожно-транспортных происшествий.

Существуют множество способов, способствующих снижению аварийности. Например, устройство пешеходных переходов, уширения дороги, увеличение шероховатости покрытия проезжей части, позволяющее увеличить сцепление шин автомобилей с покрытием; установка барьерных ограждений, предотвращающих сход автомобиля с полотна дороги; нанесение дорожной разметки; установка дорожных знаков, светофоров и др.

В данный момент развивается устройство шумовых полос. Шумовая полоса – средство организации дорожного движения, имеющая вид искусственной неровности с чередованием поперечных полос на поверхности дорожного покрытия. Шумовые полосы вызывают вибрацию элементов

подвески транспортного средства и увеличивают шум качения колес, при этом владелец транспортного средства начинает испытывать шумовое и вибрационное воздействие. Таким образом внимание водителя на автомобильной дороге повышается. Шумовые полосы предупреждают водителя о приближении к опасному участку или о съезде с выбранной полосы. Следует отметить что такие полосы не наносят сильного вреда подвеске транспортного средства в отличии от других элементов принудительного снижения скорости.

Шумовые полосы устраиваются на опасных участках автомобильной дороги для снижения скоростного режима. К таким дорогам относятся дороги с высокой интенсивностью и напряжённостью движения. Чаще всего применение шумовые полосы эффективнее на загородных автодорогах. Именно на таких дорогах водитель может заснуть, и вибрация способна его разбудить. Наличие шумовых полос на городских дорогах не имеет особого смысла, так как скорость движение в городе составляет не более 60 км/ч и должного эффекта не получится.

Шумовые полосы делятся на продольные и поперечные. Продольная шумовая полоса – устраивается вдоль краев или разделительной полосы проезжей части. Продольные шумовые полосы устраиваются на автомобильных дорогах с шириной проезжей части не менее 7 м, имеющих краевые укрепительные полосы. Главная задача продольных шумовых полос – дать понять водителю, что он вышел за пределы проезжей части. Поперечная шумовая полоса- устраивается в поперечном направлении проезжей части автомобильной дороги. Высота поперечной шумовой полосы над уровнем проезжей части должна составлять от 5 до 10 мм. При этом край шумовой полосы (включая элементы блока шумовой полосы) должен иметь уклон со стороны направления движения транспортных средств. Поперечные шумовые полосы получили более широкое распространение. Такие полосы сигнализируют участникам дорожного движения о необходимости снизить скорость.



*Рис. 1.* Поперечные шумовые полосы в Архангельской области на подъезде к г. Северодвинск



*Рис. 2.* Поперечные шумовые полосы в Архангельской области на подъезде к г. Северодвинск

Поперечные шумовые полосы являются одним из востребованным методом борьбы с такой проблемой как превышение скорости водителем. Так же значимыми проблемами являются засыпание, притупление и потеря бдительности водителя, и съезда с полосы движения или выезда на встречную полосу на автодороге имеющие хорошие параметры позволяющие длительное время двигаться с высокой и стабильной скоростью. Поперечные шумовые полосы рекомендуются устраивать перед нерегулируемыми пешеходными переходами, нерегулируемыми пересечениями и примыканиями; перед железнодорожными переездами без шлагбаума; на участках концентрации ДТП и подходах к ним; на участках автомобильных дорог с радиусом кривых в плане менее нормативных; на участках с необеспеченной видимостью; на подъёмах и спусках.

Положительный опыт применения шумовых полос в различных странах мира свидетельствует о высокой эффективности этой технологии для повышения безопасности дорожного движения [5]. В Японии использование шумовых полос снизило количество столкновений со встречным транспортным средством до 55 %, также их применение в таких странах как Финляндия и Швейцария значительно уменьшило количество аварийных ситуаций.

В настоящее время стали создаваться и развиваться музыкальные (или поющие или акустические) дороги. Такие дороги можно встретить в Японии, Южной Корее, США и Дании. Первая музыкальная дорога была создана в Дании в 1995 году. Поющая магистраль представляет собой участок дороги с нанесенными на нее поперечными бороздками по заранее рассчитанной схеме и благодаря их разной ширине (от 8 до 24 мм) и глубине (от 3 до 6 мм) во время движения транспорта высокие и низкие частоты, чередуясь создают мелодии, которые слышны всем сидящим в салоне автомобиля [3].

Устройство шумовых полос производится двумя способами: фрезерованием и нанесением разметки со структурной или профильной поверхностью (термопластика). В табл. 1 представлено сравнение устройств шумовых полос.

Таблица 1

Устройство шумовых полос

	Устройство шумовых полос	
	Фрезерованием	Нанесением разметки
Эффект	Шумовые полосы, выполненные методом фрезерования, дают максимальный эффект звуковой и вибрационный эффект.	У структурной или профильной разметки данная эмиссия несколько ниже чем у разметки выполненная фрезерованием, но и ее достаточно, к тому же она меняется в зависимости от типа разметки, что моет трактовать как преимущество.

	Устройство шумовых полос	
	Фрезерованием	Нанесением разметки
Устройство (материалы, оборудование)	Устройство фрезерованной шумовой полосы выполняется с помощью самоходной или навесной дорожной фрезы с шириной фрезерного барабана до 50 см.	Наиболее популярным материалом при создании поперечной шумовой полосы является термопластика.
Описание, особенности	Продольная шумовая полоса, проводимая методом фрезерования, должна состоять из отдельных чередующихся элементов шириной от 10 до 20 мм. Интервал между осями соседних элементов должен быть не менее двух длин элемента и не более 1,2 м. При нарезании шумовой полосы, толщина верхнего слоя асфальтобетона должно превышать глубину нарезания шумовой полосы так, чтобы не нарушилась целостность слоев дорожного покрытия [4].	Такой вид шумовой полосы представляет собой блок, состоящий из 4-х элементов шириной 15 см или 5-ти элементов с шириной 10 см с равными промежутками между ними. В большинстве случаев шумовые полосы из термопластика окрашиваются в желтый цвет, что оказывает предупреждающее визуальное воздействие на водителя.
Недостатки и ограничения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- создается на весь срок службы асфальтобетонного покрытия, поэтому перенос разметки или ее изменение невозможны до полного снятия асфальтобетона и укладки нового слоя;</li> <li>- не исключается нанесение горизонтальной разметки, что приводит к росту общей стоимости работ;</li> <li>- не рекомендуется устройство на стыках асфальтобетона из-за риска преждевременного разрушения покрытия [5].</li> </ul>	-возможно повреждение снежными отвалами в период зимнего содержания.
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечивается наиболее высокий шумовой и вибрационный эффект;</li> <li>- работы не зависят от погодных условий [5].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-возможность совмещать функционала разметки и шумовой полосы, что снижает стоимость работы;</li> <li>-обеспечивается повышенная видимость линии разметки в дождливую погоду;</li> <li>-допускается восстановление разметки с помощью спрей-технологий;</li> <li>-возможны демаркировка и новое нанесение в случае изменения дислокации;</li> </ul>

	Устройство шумовых полос	
	Фрезерованием	Нанесением разметки
Преимущества		-возможно «дозирование» шумового воздействия за счет разных технологий нанесения; -шумовой функционал сохраняется даже при минимальной ширине линии в 10 см. Однако для структурной разметки рекомендуется наносить линии шириной не менее 15 см; - возможно нанесение на покрытия существующих дорог без изменения геометрических параметров или конструкции [5].

Из этого можно утверждать, что универсальным средством для устройства поперечных шумовых полос это разметка со структурной или профильной поверхностью.

Устройство шумовых полос фрезерованием наиболее распространено в Северной Америке и Скандинавии, в остальных европейских странах, напротив, большая часть шумовых полос выполнена различными типами разметки с профильной или структурной поверхностью. Это обстоятельство, видимо, отчасти связано с необходимостью «дозировать» шумовую нагрузку. Межгосударственный стандарт Таможенного союза предусматривает устройство шумовых полос как методом фрезерования, так и при помощи нанесения разметки. Однако уже этот документ предполагает, что поперечные шумовые полосы наносятся в основном с помощью разметочных материалов, а метод фрезерования используется для создания продольных шумовых полос [5].

Применение шумовых полос нацелено на безопасность на автомобильной дороге, но их применение имеют достаточно много нюансов. Во-первых, из-за невозможно подобрать единую скорость проезда шумовых полос возникают разрушительные резонансные колебания ходовой части автомобиля. Во-вторых, расстояние шумовых полос до пешеходного перехода меньше остановочного пути. Из этого следует что предупредительный эффект нивелируется. В-третьих, при наезде на шумовую полосу снижается сцепление колес с дорогой, в следствие чего увеличивается тормозной путь. Это происходит из-за проезда по большому количеству неровностей. В-четвертых, водители и пассажиры испытывают дискомфорт при проезде через шумовые полосы. Стоит заметить, что поперечные полосы невозможно объехать.

Все меры по обеспечению безопасности на автомобильной дороге направлены на защиту жизни и здоровья всех участников дорожного дви-

жения. Применение продольных и поперечных шумовые полос, выполненных разметкой и методом фрезерования, будут способствовать снижению скорости автотранспорта и съезда с полосы движения. Для более широкого применения следует откорректировать неточности в сфере области применения и технологии устройств шумовых полос.

### Список литературы

1. ГОСТ 33025-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Полосы шумовые. Технические условия (Переиздание).
2. Малиновский М.П., Журавлева А.Ю. О несостоятельности некоторых способов снижения аварийности на пешеходных переходах // Электронный научный журнал «Автомобиль. Дорога. Инфраструктура». 2016. № 4(22). С. 2.
3. Щеголева Н.В., Кочетков А.В., Кадыров Ж.Н., Кочетков В.А., Шашков И.Г. Музыкальная автомобильная дорога // Научный журнал «Вестник Евразийской науки». 2018 № 5(10). С. 2–3.
4. Габдуллин Т.Р. Шумовые полосы на дорожном покрытии // Электронное научное издание Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 1(43). С.2.
5. Галая Б.О. Продольные шумовые полосы // Перспективы применения. Международный общественно-публицистический, научно-технический журнал «Дороги России». 2019. № 2(110) С. 17–19.

#### **Зайков Д.Д.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [zzigqushka1@gmail.com](mailto:zzigqushka1@gmail.com)  
Научный руководитель: Балакшина Л.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

### **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СУДОВЫХ ЕДИНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В настоящее время в судостроении активно используются системы электродвижения судов. Их использование целесообразно, когда к судну предъявляются требования повышенной маневренности и мобильности, так как такие системы позволяют быстро изменять направление вращения гребного винта, а также плавно и быстро регулировать частоты его вращения.

Современные преобразователи частоты, в связи с развитием полупроводниковой техники, позволяют обеспечивать управление мощными гребными двигателями переменного тока. При работе они создают незна-

чительные искажения синусоидального напряжения питающей сети, что позволяет использовать вместе мощные гребные электрические установки (ГЭУ) и другие судовые потребители электроэнергии.

Это обеспечивает возможность объединения судовой электростанции и всех потребителей электроэнергии на судах в единую электроэнергетическую систему (ЕЭЭС). Основными достоинствами такой системы являются:

- оптимизация режимов работы первичных двигателей, в результате сокращение их числа;
- повышение надежности и экономичности ЭЭС, за счет меньшего количества требуемых электрических машин;
- введение преобразователей частоты (ПЧ) ведет к повышению маневренности судов, а также улучшению качества электроэнергии и экономичности различных потребителей, входящих в СЭЭС.

При этом существуют особенности, которые ни как нельзя оставить без внимания. Среди них находятся: соизмеримость мощности генераторов и основного приёмника электроэнергии, в виде гребной электроустановки, сравнительно небольшую протяжённость линий электропередач, а также наличие мощных полупроводниковых преобразователей, влияющих на качество электроэнергии судовой сети [1].

Учитывая специфику современных схем, были выбраны основные технологические решения, позволяющие объединить ГЭУ и других судовых потребителей электроэнергии, в одну единую электроэнергетическую систему

В состав гребной электрической установки входят:

- согласующий трансформатор;
- преобразователь частоты;
- гребной электродвигатель;
- гребное устройство.

Рассмотрим их современные решения. Один из таких вариантов построения гребного устройства судна основан на применении системы «Азипод», фирмы «АВВ» [3].

В этой установке, гребной электродвигатель размещается в герметичной гондоле. В верхней части к ней приварена вертикальная шахта. При помощи электро- или гидроприводов гондола с гребным винтом может разворачиваться вокруг вертикальной оси. Также происходит изменение направление тягового усилия винта. «Азипод» обеспечивает движение судна, а также заменяет рулевое устройство.

Вторым направлением развития систем электродвижения является создание и применение винторулевых колонок большой мощности, в частности от фирмы «Schottel» [4].

ВРК состоит из двух конических зубчатых передач, переносящих вращение с вала электродвигателя, на вертикальный вал, а затем на горизонтальный, где расположен гребной винт.

ГЭУ с винторулевыми колонками во многом аналогичны с системой «Азипод». Обе имеют возможность менять направление тяги винта, что позволяет отказаться от рулевого устройства. Но ВРК более компактна, чем устройство Азипод, и создает меньшее гидродинамическое сопротивление при движении судна.

В основе современных гребных установок двигателя переменного тока вытеснили машины постоянного тока. Основными используемыми ГЭД в наше время являются синхронные и асинхронные машины.

Асинхронные ГЭД, особенно с короткозамкнутым ротором имеют более простую и надежную конструкцию по сравнению с синхронными электродвигателями и электродвигателями постоянного тока, из чего следует простота в обслуживании. Также обладают хорошей перегрузочной способностью и, благодаря отсутствию обмотки возбуждения, нет необходимости в источниках постоянного тока.

В то же время они обладают определенными недостатками, среди которых можно выделить: низкий коэффициент мощности и КПД, а также увеличенные габариты из-за больших пусковых токов короткозамкнутых электродвигателей.

Судовые синхронные двигатели имеют пусковую короткозамкнутую обмотку, создающую достаточно большой пусковой момент, позволяющая производить асинхронный пуск таких двигателей.

К достоинствам двигателей такого типа можно отнести возможность работы с коэффициентом мощности, равным единице, а также с опережающим коэффициентом мощности. Еще одним из преимуществ является больший воздушный зазор СД, чем в асинхронном двигателе, что ведет к увеличению МДС обмотки возбуждения, а не намагничивающего тока, в следствии чего увеличивается реактивная мощность и падает коэффициент мощности. Также синхронный двигатель имеет более высокий КПД, чем асинхронный, и меньшую чувствительность к колебаниям напряжения сети.

В то же время присутствуют следующие недостатки: в виде необходимости наличия источника постоянного тока для питания возбуждения, а также усложненной конструкцией по сравнению с судовыми асинхронными двигателями.

Для нашей схемы в дальнейшем выбор был сделан в пользу асинхронных двигателей в связи с их простотой и дешевизной, что ведет к более быстрому ремонту, а также к снижению расходов на эксплуатацию.

Для управления электрическими двигателями широко применяются полупроводниковые преобразователи частоты на базе автономных инвер-

торов напряжения, которые имеющих простую силовую схему, чем позволяют в меньшей степени влиять гребной электроустановке на качество электроэнергии в судовой сети, в сравнении с непосредственными ПЧ.

Однако, в системах с мощными тиристорными преобразователями существует проблема влияния помех, создаваемых в результате работы в штатном или критических режимах, на питающую электросеть. При соизмеримой мощности преобразователей и сети используются многопульсные схемы. Это не решает задачу уменьшения искажения напряжений сетей, а использование дополнительных фильтров позволяет компенсировать реактивную мощность, а также подавить высшие гармоники по напряжению. [2]

Создание современных единых электроэнергетических систем ведет к развитию полупроводниковой техники для решения различных проблем, в том числе энергетической и электромагнитной совместимости преобразователей для мощных гребных электродвигателей с судовой сетью, а также с исследованиями высокочастотных электромагнитных процессов, влияющих на характеристики электрооборудования.

На базе полученных обзорных данных была предложена функциональная схема ЕЭЭС (рис. 1).

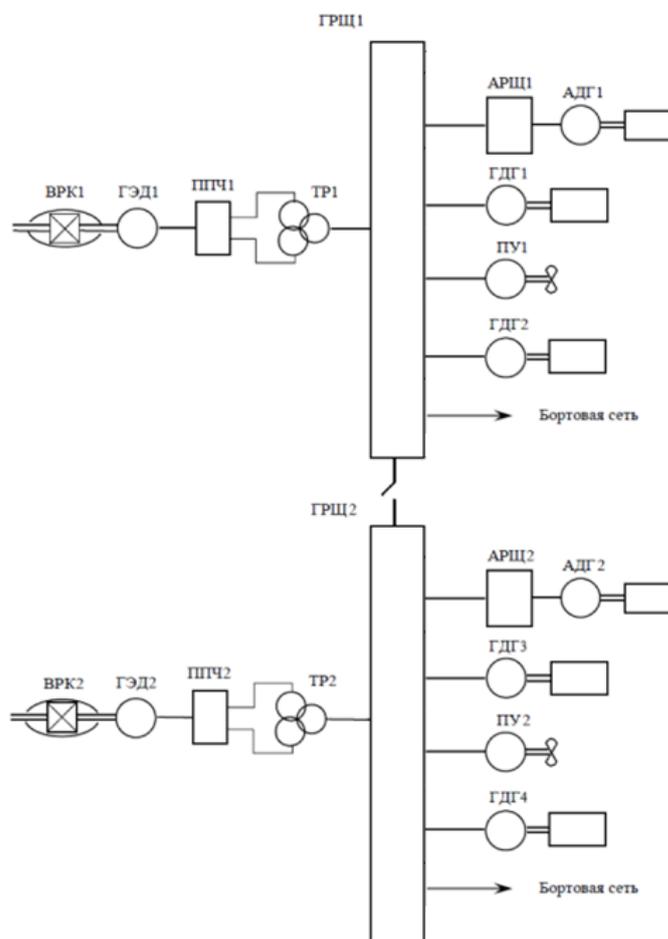


Рис. 1. Функциональная схема ЕЭЭС

На ее основе была создана имитационная модель (рис. 2) в среде Simulink Matlab.

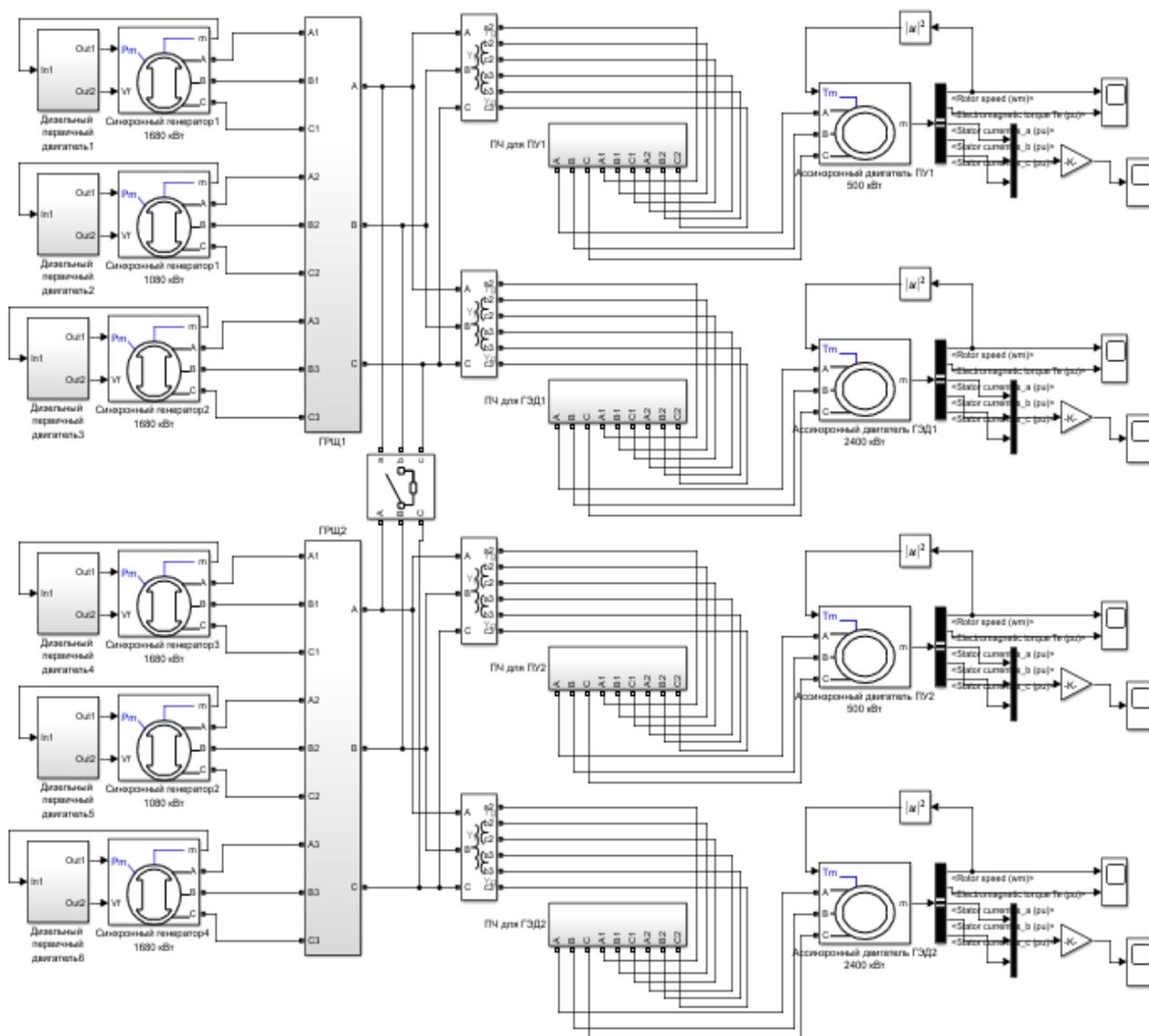


Рис. 2. Имитационная модель

С ее помощью будут исследованы такие режимы работы как:

- ход на гладкой воде;
- реверс с полного хода;
- циркуляция на обратный курс с полного хода;
- моделирование ударов по главному винту.

Анализ указанных режимов работы необходим для подтверждения работоспособности предложенной системы в реальных условиях.

### Список литературы

1. Бруслиновский Б.В., Токарев Л.Н., Шелудько В.Н. Б89 Электроэнергетические системы судов с электродвижением / под ред. проф. Л.Н. Токарева. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 343 с.

2. Пронин М.В., Воронцов А.Г., Калачиков П.Н., Емельянов А.П. Электроприводы и системы с электрическими машинами и полупроводниковыми преобразователями (моделирование, расчет, применение). Под редакцией Крутякова Е.А. Санкт-Петербург, «Силовые машины» «Электросила», 2004 г. 252 с. с илл.

3. Azipod gearless propulsors | ABB Marine. URL: <https://new.abb.com/marine/systems-and-solutions/azipod> (дата обращения: 13.11.2019)

4. SRP Rudderpropeller – SCHOTTEL. URL: <https://www.schottel.de/marine-propulsion/srp-rudderpropeller/> (дата обращения: 13.11.2019)

**Зваричук Н.В., Тиранов П.А., Батрин Э.Н.**

студенты Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [kolyanchilik@mail.ru](mailto:kolyanchilik@mail.ru)

Научный руководитель: Семенов Д.Н.САФУ, старший преподаватель кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

## **ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБОРОВ ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

В статье проанализированы причины повышения уровней вибрации на частоте вращения, приведены краткие характеристики и дан анализ оборудования для балансировки электропривода на месте эксплуатации.

*Ключевые слова:* дисбаланс вращающихся частей, балансировка электропривода на месте эксплуатации, анализаторы вибрации.

Одной из основных причин повышенной вибрации электропривода является дисбаланс его вращающихся частей. Повышенные уровни вибрации приводят к ускоренному износу подшипников, валов, уменьшению надежности работы оборудования в целом.

Необходимость в балансировке электропривода на месте эксплуатации вызвана рядом причин. Часть из них связана с дефектами монтажа собираемых, предварительно отбалансированных деталей. Такими дефектами могут быть несоосность валов, дефекты изготовления и монтажа муфт и передач. Другие причины связаны с дополнительными факторами, появляющимися при работе электропривода под номинальной нагрузкой. В частности, тепловая неуравновешенность ротора электродвигателя, проявляющаяся после его прогрева.

Кроме вышперечисленных причин, следует отнести появление источников дисбаланса в процессе эксплуатации, к ним относятся сколы и коррозия, осаждение твердых частиц на лопатках рабочего колеса, ослабление бандажа ротора.

К особенностям балансировки электропривода на месте эксплуатации следует отнести:

- отсутствие специальных плоскостей коррекции приводит у необходимости трудозатратой частичной разборки электропривода для установки балансировочных грузов, что влияет на неуравновешенность ротора;
- влияние на процесс балансировки дефектов механизма, например износ подшипников, муфт, расцентровка и т.п.;
- зависимость уровня вибрации на частоте вращения от режима работы механизма, его прогрева и т.п.;
- помехи от соседних механизмов.

Для проведения балансировки важно подобрать оборудование, которое позволит качественно измерить сигналы, а также обработать полученную информацию, чтобы получить максимально точную оценку состояния диагностируемой машины.

Устранение дисбаланса чаще всего проводят переносными вибрo-анализаторами, имеющими функцию балансировки. Такие измерительные приборы обладают широким набором балансировочных и диагностических функций. Приборы имеют один или несколько каналов вибрации и один или несколько каналов для подключения датчика фазы. Используя эти данные, можно пошагово устранить дисбаланс в соответствии с утвержденными стандартами. При помощи программного обеспечения у большинства приборов имеется возможность выполнять предварительную и промежуточную диагностику механизмов, сохранять данные балансировки для использования их в дальнейшем.

Мировые и отечественные производители предлагают широкий спектр оборудования, предназначенного для диагностики и балансировки вращающегося электрооборудования. В связи с этим возникает необходимость выбора приборов. Ниже приведены характеристики приборов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики анализаторов для балансировки

Наименование прибора	Агат-М	СД-21	Протон-Баланс II	Vibxpert II	CSI 2140
Страна производитель/ сервис	РФ	РФ	РФ	Германия	США
Частотный диапазон (Гц)	до 10000	до 25600	до 1000	до 40000	до 80000
Класс защиты	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65	IP 65
Количество линий спектра	800	1600	-	3200	6400
Время работы	не менее 6 ч	не менее 8 ч	не менее 8 ч	не менее 8 ч	не менее 10 ч
Балансировка	2 плоскости	3 плоскости	2 плоскости	2 плоскости	4 плоскости
Условия эксплуатации	-10 до +60 С	-20 до +50 С	0 до +70 С	-10 до +50 С	-20 до +50 С

При схожих характеристиках, импортные приборы, как правило, обладают более качественными комплектующими (батареи, экраны, разъемы, кабели). Однако сервис отечественных приборов производится быстрее и с меньшими затратами.

### Список литературы

1. А.В. Барков, А.Г. Шаблинский, М.А. Баркова. Балансировка машин на месте эксплуатации. Методические указания к лабораторной работе. СПб. 2018.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. В 2 кн. Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика, М.: Машиностроение, 2005
3. ВАСТ. ВиброАкустические Системы и Технологии [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / ООО «Ассоциация ВАСТ». – Электрон. дан. – [Санкт-Петербург]: ООО «Ассоциация ВАСТ», [2020]. – Режим доступа: [www.vibrotek.ru](http://www.vibrotek.ru), свободный (дата обращения: 14.03.2020). – Загл. с экрана.
4. VALTECH [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / ООО «Балтех». – Электрон. дан. – [Санкт-Петербург]: ООО «Балтех», [2001]. – Режим доступа [www.baltech.ru](http://www.baltech.ru), свободный (дата обращения: 14.03.2020). – Загл. с экрана.
5. Pruftechnik [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / PRÜFTECHNIK Dieter Busch GmbH. – Электрон. дан. – [Germany] : PRÜFTECHNIK Dieter Busch GmbH, [2019?]. – Режим доступа: [www.pruftechnik.com](http://www.pruftechnik.com), свободный (дата обращения : 14.03.2020). – Загл. с экрана.

#### **Ибрагимова А.И.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [afina.ibragimova1996@mail.ru](mailto:afina.ibragimova1996@mail.ru)

Научный руководитель: Павлова М.А., канд. пед. наук, доцент кафедры экспериментальной математики и информатизации образования

### **МОДЕЛЬ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ЭКСПЕРИМЕН- ТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»**

В настоящее время сетевое взаимодействие является не только удобным, но и необходимым способом взаимодействия между участниками образовательного процесса. Целью данной статьи является проектирование модели сетевого взаимодействия организаций общего и дополнительного образования в рамках реализации проекта «Экспериментальная математика».

В федеральном законе №273-ФЗ «Закон об образовании в РФ» [7] сетевое взаимодействие понимается как выстраивание отношений между

образовательными организациями посредством разработки и реализации совместных образовательных программ, а также раскрыты возможности электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, как условия реализации сетевого взаимодействия организаций в образовательном процессе.

В основе понятия «сетевое взаимодействие» лежит понятие сети, как особого типа совместной деятельности людей, возникшей в результате определенной общей проблемы. Понятие термина «взаимодействие» трактуется как всеобщая форма связи предметов, явлений объективной действительности [3].

Вопросам организации сетевого взаимодействия в России посвящены работы А. Адамского, Т.Ж. Базаржаповой, Н.А. Дмитриева, Т.А. Зубаревой, А.В. Золотаревой, А.В. Молчановой, И.Н. Поповой и др.

Под сетевым взаимодействием понимается способ деятельности по совместному созданию и использованию информационных, инновационных, методических, кадровых ресурсов основанный на партнерских отношениях и возможностях информационных технологий и систем [2].

Соколов Ю.В. называет сетевым взаимодействием единство взаимодействующих субъектов образовательного процесса, предлагающих друг другу свои образовательные ресурсные инструменты с целью осуществления образовательных целей и выработки качественно инновационного предметного и иного вида знания [8, с. 196].

Основной целью сетевого взаимодействия, по мнению А. Адамского, является «моделирование характера отношений, связей и типов взаимодействий, присущих гражданскому открытому обществу» [1].

Под моделью сетевого взаимодействия образовательных организаций следует понимать один из методов познания и изменения окружающего мира, который предоставляет возможность схематично показать реальную практику, оценить ее с использованием стандартизированных критериев [5].

При проектировании модели сетевого взаимодействия необходимо учитывать ее структурные компоненты:

- целевой компонент (определяет основные задачи сетевого взаимодействия);
- управленческий компонент (выполняет функции координации партнерских отношений в сети);
- организационный компонент (включает в себя состав участников сети и способы взаимодействия между ними, формы и методы организации совместной деятельности);
- результативный компонент (включает в себя программу мониторинга эффективности сетевого взаимодействия образовательных организаций).

Вариативность моделей сетевого взаимодействия общего и дополнительного образования рассматривается с двух позиций:

1) сеть создана для получения определенного результата посредством объединения ресурсов;

2) сеть создана для обмена ресурсами, где результат у каждого участника будет свой [4].

Основываясь на этих позициях И.Н. Попова выделяет три базовых типа модели сетевого взаимодействия организаций [6]:

- концентрированная модель (предполагает наличие центра, на базе которого аккумулируются возможные ресурсы);

- распределенная модель (не имеет центра, каждый участник сам создает свой маршрут развития, используя при этом ресурсы внутри сети);

- модель цепи (имеет последовательную структуру участия субъектов в ходе процесса работы над проектом, определяет точную цепь взаимодействия между участниками процесса).

Также автором выделены этапы проектирования сетевого взаимодействия:

1. Подготовительный, который направлен на решение следующих задач: выявление проблемы, выбор партнеров и типа модели сетевого взаимодействия, оформление правовой основы взаимодействия, определение содержательной стороны взаимодействия и ресурсного обеспечения, планирование сетевого образовательного процесса, распределение ролей в сети.

2. Реализация сетевого образовательного процесса.

3. Анализ эффективности образовательного процесса в условиях сетевого взаимодействия и корректировка условий его реализации.

Сетевое взаимодействие возможно при определенных условиях.

А. Адамским в [1] перечислены следующие условия:

1. Возможность совместной деятельности участников сети:

- возможность проявления собственной инициативы;

- возможность коллективной поддержки и оценки своей инициативы;

- возможность участия в поддержке и оценке других инициатив;

- возможность участия в складывании общей цели, общего этоса, общей системы ценностей;

- возможность участия в формировании общих критериев эффективности деятельности;

- возможность представлять совместную деятельность;

- возможность участия в управлении совместной деятельностью, влияния на распределение ресурсов для осуществления деятельности.

2. Общее информационное пространство:

- возможность предоставлять информацию о своей деятельности другим участникам сети;

- возможность иметь информацию о деятельности других участников сети;
- создавать собственные каналы информации;
- становиться частью других информационных каналов.

Для создания этих условий существует ряд механизмов: ресурсный центр, совет сети экспериментальных площадок, конкурсы образовательных инициатив, система центров повышения квалификации, система экспертной деятельности, сайты экспериментальных площадок и др.

Анализ опыта проектирования сетевого взаимодействия организаций общего, дополнительного и профессионального образования показал, что оно может быть эффективным инструментом для реализации идей современного образования.

Таким образом, на основе концентрированной модели с наличием координационного центра организована модель сетевого взаимодействия образовательных организаций, основной целью которого является популяризация методов и средств экспериментальной математики, а также повышение интереса учащихся и учителей к дополнительному математическому образованию в этой сфере.

Содержательной основой сетевого взаимодействия является наличие образовательных программ, направленных на формирование у школьников комплекса универсальных исследовательских действий математика-экспериментатора, обеспечивающего рациональное использование сочетания экспериментальных и теоретических подходов. Официальный сайт проекта: <http://itprojects.narfu.ru/kruzhok-exp-mat/>.

Участниками сетевого взаимодействия являются учащиеся общеобразовательных школ г. Архангельска, посещающие кружок «Экспериментальная математика», организованного на базе высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем САФУ имени М.В. Ломоносова, а также учащиеся и учителя МБОУ СШ № 92 г. Вельска, МБОУ СОШ № 24 г. Северодвинска Архангельской области, ГАОУ «Лицей Иннополис» Республика Татарстан и ГУ «Озерная средняя школа» Костанайского района Республики Казахстан, так как эти организации являются экспериментальными площадками проекта «Экспериментальная математика». Координационный совет включает в себя представителей временных творческих коллективов и социальных партнеров и обеспечивает организацию деятельности в сети и координацию взаимодействия её участников.

К основным формам и методам организации сетевого взаимодействия относятся сетевые образовательные мероприятия: организация кружков, организация временных творческих коллективов для разработки интерактивных экспозиций, организация различных образовательных конкурсов.

Результативный компонент включает в себя программу мониторинга эффективности сетевого взаимодействия образовательных организаций в рамках реализации проекта «Экспериментальная математика».

Таким образом, модель сетевого взаимодействия образовательных организаций в рамках реализации проекта «Экспериментальная математика» представлена на рис. 1:

### Структурные компоненты модели сетевого взаимодействия образовательных организаций в рамках реализации проекта «Экспериментальная математика»



Рис. 1. Модель сетевого взаимодействия

### Список литературы

1. Адамский А. Модель сетевого взаимодействия. Режим доступа. URL: <http://upr.1september.ru/2002/04/2.htm> (Дата обращения: 20.03.2020).
2. Зубарева Т.А. Эффективность модели сетевого открытого взаимодействия образовательных учреждений как ресурс инновационного развития // Мир науки, культуры, образования: электрон. журн. 2009. Вып. 5. Режим доступа. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_13062226\\_34863107.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_13062226_34863107.pdf) (Дата обращения: 20.03.2020).
3. Кондаков, Н.И. Логический словарь / Н.И. Кондаков. М.: ЛИСС, 1971. С. 19.
4. Лекомцева Е.Н., Золотарева А.В. Опыт сетевого взаимодействия общего, дополнительного и профессионального образования в рамках организации внеурочной деятельности // Ярославский педагогический вестник – 2011. – № 4. – Т. II (Психолого-педагогические науки). – С. 229–232.

5. Никитин А.В. Сетевое взаимодействие между организацией дополнительного образования и общеобразовательной организацией // Педагогический опыт : электрон. журн. 2018. Вып. 3. Режим доступа. URL: <https://www.pedopyt.ru/categories/4/articles/1416> (Дата обращения: 20.03.2020).

6. Попова И.Н. Сетевое взаимодействие как ресурс развития общего и дополнительного образования // Интернет-журнал «Мир науки» 2016. Т. 4, № 6. Режим доступа. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/47PDMN616.pdf> (Дата обращения: 20.03.2020).

7. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации: [федер. закон № 273: принят Гос. Думой 21 дек. 2012 г.: одобрен Советом Федерации 26 дек. 2012 г.]. – М.: Проспект, 2015. – 160 с.

8. Соколов В.Ю. Контексты построения сетевых образовательных программ в практике взаимодействия вузов и школ // Вестн. Томск. гос. ун-та № 358. – ТГУ, 2012. – С. 195–197.

### **Искусов И.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [isckusov@yandex.ru](mailto:isckusov@yandex.ru)

Научный руководитель: Москаленко С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

## **ОБЗОР СПОСОБОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАКАЗА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Возникновение сети Интернет и развитие телекоммуникационных технологий привело к настоящему прорыву в коммерческой деятельности компаний. Появился неизученный инструмент ведения бизнеса, который позволил компаниям автоматизировать бизнес-процессы и расширить свое влияние на рынке. Изменения коснулись всех сфер деятельности предприятия: от общения с клиентом до полной реорганизации структуры предприятий.

Изменения, возникшие в результате появления сети Интернет, коснулись всех компаний: мировых и региональных, больших и малых, российских и зарубежных. В первую очередь, это связано с расширением количества пользователей сети. В настоящее время (2019 год) в России насчитывается 109,5 млн интернет-пользователей. В декабре 2018 года Международный союз электросвязи (ITU) представил отчет, в котором сообщил, что в интернет выходят 3,9 млрд человек или 51,2 % населения планеты [1]. На текущий момент времени, все больше жителей планеты предпочитают приобретать товары и услуги через сеть Интернет.

Большинство крупных компаний по доставке продуктов питания используют средства автоматизации процесса заказа, например, сайты и

приложения. Основные функции автоматизации процесса заказа – это улучшение предоставления качества удобств клиенту и снижение издержек компании.

Отличным примером компании, в которой организован процесс автоматизированного процесса заказа продуктов питания, является компания “Додо пицца”. Приложение компании позволяет клиенту самостоятельно просмотреть меню, сформировать заказ, ввести промо-код и оплатить заказ, взаимодействие возможно без прямого звонка диспетчера клиенту. Диспетчер “Додо пицца” берет на себя функции управляющего работой персонала в определенной точке, координируя работу поваров и курьеров. У компании нет необходимости в найме одновременно двух работников на разные должности, процесс автоматизации заказа позволяет снизить издержки на трудовые затраты.

Исходя из вышесказанного, каждой компании, работающей в сфере доставки товаров, в том числе продуктов питания, необходимо средство автоматизации приема заказов, что позволит более рационально использовать ресурсы компании.

Одним из способов автоматизации процесса заказа является создание собственного мобильного приложения для организации. Это позволяет задать меню предприятия, своевременно его обновлять, оповещать пользователя о новинках и акциях, создавать персональные предложения на основе предыдущих заказов. У способа есть множество преимуществ:

- большой потенциал для дальнейшего развития компании;
- удобство;
- скорость загрузки;
- возможность персонализации;
- работа в автономном режиме и др.

Также данный способ автоматизации процесса заказа не лишен недостатков:

- необходимо обеспечение совместимости с 3 рабочими платформами;
- поддержка и обслуживание приложения;
- высокая стоимость[2].

Основная проблема при внедрении мобильного приложения в работу предприятия – это слишком большая стоимость продукта. Приложение разрабатывается несколькими программистами, требует постоянных обновлений, совместимости с различными операционными системами телефонов, также необходимо создание горячей линии приложения. Так как основной задачей является автоматизация процесса заказа, то данный способ является неподходящим ввиду своей многофункциональности.

Следующий способ автоматизации процесса заказа – система “Chibbis”. Она позволяет клиенту просмотреть меню заведения, сформи-

ровать заказ и заказать звонок заведения для уточнения заказа. Несомненно, способ хороший для многих фирм. К достоинствам данного способа относится:

- продвижение предприятия;
- удобство использования;
- отсутствие необходимости записывать заказ вручную и др.

Но, как и любое средство решения проблем, имеет определенные недостатки:

- администрация системы ценит клиентов своего приложения и, как следствие, часто принимает противоположную фирме сторону при разногласиях между клиентом и предприятием;
- с организации взимается комиссия в размере 15 % от суммы заказа клиента;
- медленная работа приложения и сайта системы;
- частые сбои в работе.

Основная проблема использования данного средства решения проблемы – комиссия в размере 15 % с суммы заказа клиента. Зачастую, в условиях сильной конкуренции, цену на продукцию поднимать равнозначно потере клиентов. При оставлении цены на прежнем уровне, фирма несет убытки из-за низкой разницы в себестоимости продукции и цены.

Последний способ автоматизации процесса заказа – создание сайта. Данный способ имеет следующие преимущества:

- самостоятельная возможность доработки функционала;
- добавление желаемых функций, отсутствующих в других средствах;
- узкая специализация инструмента;
- возможность интеграции с устройствами предприятия (касса);
- независимость сервера и стабильность работы;
- возможность самовыражения[3].

Для наглядного сравнения трех способов, представим сравнительную характеристику 3-х средств автоматизации в табл. 1.

*Таблица 1*

Сравнительная характеристика средств автоматизации процесса заказа для предприятия

Средство	Стоимость	Стабильность работы	Удобство интерфейса	Возможность самостоятельной доработки	Наличие инструментов массового изменения товаров	Возможность интеграции с устройствами предприятия
“Chibbis”	+-	-	-	-	-	+-
Приложение	-	+	+	+-	+	+
Сайт	+	+	+	+-	+	+

Разработка и внедрение сайта для малого предприятия не требует больших вложений. Основным конкурентом сайта является мобильное приложение. Для компании “Cosa Nostra” был разработан подключаемый к сайту модуль на базе портала “Liferay”, позволяющий клиенту просмотреть меню, сформировать заказ и оставить заявку на доставку. Владелец сайта модуль позволяет сформировать меню, вести аналитику, просматривать заявки, интегрировать модуль с кассовым аппаратом предприятия. Создание сайта для компании “Cosa Nostra” является оптимальным средством автоматизации процесса заказа по причине низкой стоимости, малым требованиям к техническому оснащению и возможностью самостоятельной доработки.

### Список литературы

1. Количество пользователей сети Интернет [Электронный ресурс]/ TADVISER: [офиц. сайт]. – электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php>, свободный (дата обращения 09.12.2019) – Загл. с экрана.
2. Преимущества и недостатки мобильных приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://turbosms.ua/articles/internet-business.html> <https://artismedia.by/blog/plyusy-i-minusy-mobilnyh-sajtov-i-prilozhenij/>, свободный (дата обращения: 10.12.2019). – Загл. с экрана.
3. Преимущества наличия сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web112.biz/news/5921-chto-daet-sozдание-sayta/>, свободный (дата обращения: 10.12.2019). – Загл. с экрана.

#### Карабан А.А.

аспирант Высшей школы естественных наук и технологий, [karaban.a@edu.narfu.ru](mailto:karaban.a@edu.narfu.ru)  
Научный руководитель: Третьяков С.В., д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства

### ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ОЛЬХИ СЕРОЙ (*ALNUS INCANA L.*) В СЕВЕРО-ТАЕЖНОМ РАЙОНЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench) – растение, принадлежащее к роду ольха (*Alnus*) семейства березовые (*Betulaceae*). Является листопадным деревом до 20 м. высотой. Произрастает на почвах различного минерального состава и разной влажности, но на бедных сухих песчаных почвах встречается редко. На свежих наносных почвах вырастает в большое стройное дерево. Зимостойка, более теневынослива, чем береза и осина. Живет до 50, редко до 100 лет и более [1].

Ареал ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench) охватывает Среднюю и Атлантическую Европу, Скандинавию, Кавказ, Западную Сибирь, Северную Америку. В Восточной Европе ареал включает следующие районы: Север, Центр и Запад, Арктику, Прибалтику [11]. По данным лесоустройства ольха серая встречается в большинстве лесничеств Архангельской области, однако наибольший удельный вес среди них занимают Архангельское, Онежское, Приозерное, Шенкурское, Вельское, Няндомское и Каргопольское.

Согласно официальным данным Лесного плана Архангельской области по состоянию на 2017 г. общая площадь земель, занятых лесными насаждениями, в Архангельской области составляет 21 695 тыс. га, из которых 16 514 тыс. га (76 %) приходится на насаждения хвойных и 5 180 тыс. га (23,9 %) – мягколиственных древесных пород. Леса древесных пород (пихты, лиственницы, кедра, ольхи, ивы) покрывают 0,5 % площади, занятой лесными насаждениями [6].

Ольха серая считается значимым ресурсным видом, интерес к которому в последние десятилетия существенно возрос [2;3;4;5;7;9]. В настоящее время ольха серая укрепляет свои позиции как лесообразователь, является одна из самых быстрорастущих древесных пород. Сероольховые насаждения обычно формируются на бывших землях сельскохозяйственного использования (пашнях, сенокосах, выпасах) или гарях, вырубках путем смены коренных, в основном еловых, формаций. ДревоСТОИ относятся к категории одновозрастных, разница в возрасте отдельных деревьев (при среднем возрасте древоСТОИ 30–40 лет) здесь не превышает 3–5 лет [8]. Большие площади сероольховых насаждений, их достаточно высокая продуктивность, смена пород, наблюдаемая в этих лесах, обуславливают необходимость изучения продуктивности сероольшаников в целях разработки научно обоснованного ведения хозяйства в них.

Информация о продуктивности сероольшаников носит фрагментарный характер. По данным исследований Гульбе А.Я. [3], проведенным в Ярославской области, продуктивность сероольшаников на землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота, достаточно высокая (за период с 6 до 13 лет произошло увеличение средней высоты в 3,6 раза, среднего диаметра – в 5,8 раз, запас возрос в 7,2 раза). Продолжительность жизни ольхи серой невелика, поэтому пик прироста наблюдается в раннем возрасте. Наибольшей продуктивности сероольшаники достигают в возрасте 10–15 лет, когда прирост в высоту составляет 100 см в год и более [3]. Затем прирост замедляется и к 25–30 годам резко снижается. В это же время происходит увеличение отпада деревьев ольхи серой в результате повреждения их грибными заболеваниями, что приводит к разрушению сероольхового компонента древоСТОИ и укреплению положения в фитоценозе других более устойчивых пород [12].

Вопросы продуктивности насаждений ольхи серой в Архангельской области практически не разработаны. Из исследований в этом направлении можно сослаться только на материалы ФБУ «СевНИИЛХ» по исследованию соотношения диаметров и высот сероольховых насаждений на бывших землях сельскохозяйственного назначения в Архангельской области. Согласно материалам исследований, за короткий промежуток времени сероольховые насаждения дают значительное количество стволовой древесины. Сероольшаники Архангельской области обладают высокой древесной продуктивностью. В возрасте 40 лет имеют среднюю высоту 17,6 м и общий запас древесины 232 м<sup>3</sup>/га [10].

Ольховые древостои остаются малоизученными. Поэтому предприятия лесного хозяйства и лесоустройства не располагают достаточным количеством нормативных документов о состоянии и росте насаждений ольхи для ведения лесного хозяйства. В настоящее время ощущается острая необходимость в разработке лесоводственно-таксационных нормативов и справочных материалов для учета, оценки, использования и сохранения древостоев ольхи серой на Европейском Севере России.

Следует также обратить внимание и на положительные стороны выращивания ольхи серой. Ольха относится к одной из самых быстрорастущих пород в таежной зоне России. Ольховые насаждения имеют короткий оборот рубки, в определенных лесорастительных условиях не требуют затрат на лесовосстановление. Данные качества позволяют рассматривать сероольшаники как сырьевую базу для целлюлозно-бумажных комбинатов и других предприятий, ориентированных на глубокую переработку древесины.

Поэтому на сегодняшний момент научная организация, планирование и ведение лесного хозяйства в древостоях ольхи невозможны без наличия полных и достоверных данных, характеризующих их состояние, продуктивность и устойчивость к условиям внешней среды, техногенным и антропогенным воздействиям.

### Список литературы

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: Картография, 1983. – 340 с.
2. Бурак Ф.Ф. Сероольховые леса – составляющая энергобезопасности Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство: научно-производственный журнал. № 6. С. 10–16.
3. Гульбе Я.И. Динамика биологической продуктивности южнотаежных древостоев ольхи серой (на примере Ярославской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. – 20 с.
4. Карпова И.Л. Запасы ольхи серой в Беларуси и ее использование // 60-я научно-техническая конференция студентов и магистрантов: сб. науч. работ: в 4 ч., Минск, 20–25 апреля 2009 г. Ч. 1. Минск. С. 247–248.

5. Лабоха К.В., Крачковский А.В. Современное состояние и ведение хозяйства в сероольховых насаждениях Беларуси // Наука о лесе XXI века: материалы междунар. науч.-практ. конф. Гомель. С. 48–50.

6. Лесной план Архангельской области Российской Федерации на 2018-2029 годы / Правительство Архангельской области. Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области. Архангельск 2018. – 229 с.

7. Матвейко А.П., Карпова И.Л. Запасы ольхи серой в Беларуси и ее использование // Тр. Белорус. гос. технол. ун-та. Сер. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Вып. 17. С. 102–105.

8. Поляков В.С., Петропавловский В.С. Строение, рост и продуктивность насаждений ольхи серой Псковской области // ИВУЗ Лесной журнал. 1981. – № 1.– С. 17–19.

9. Третьяков С.В., Коптев С.В., Богданов А.П., Ильинцев А.С., Демиденко С.А., Тимофеева А.В. Лесотаксационные нормативы для определения объема стволов ольхи серой *Alnus incana* L. по разрядам высот // Сибирский лесной журнал. № 3. С. 81–86.

10. Тимофеева А.В., Третьяков С.В. Соотношение диаметров и высот в насаждениях ольхи серой Каргопольского лесничества // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвузовский сборник научных трудов / отв. редактор П.А. Феклистов. – Архангельск: САФУ, 2015. – Вып. 18. С. 139–141.

11. Цвелев Н.Н. *Betulaceae* // Флора Восточной Европы, том XI. Коллектив авторов. Отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелев. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – С 63-98.

12. Юркевич И.Д. Сероольховые леса и их хозяйственное использование / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман, В.И. Парфенов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1963. – 142 с.

### **Карачков А.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [kara4kov.artur@yandex.ru](mailto:kara4kov.artur@yandex.ru)

Научный руководитель: Коряковская Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации, робототехники и управления техническими системами

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА**

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) – одна из ведущих отраслей лесного комплекса. Производство ЦБП основано на глубокой химической и термической переработке древесного сырья. Выходная продукция – различные технические и декоративные виды бумаги и картона.

Особенность производства – множество распределённых во времени и пространстве технологических процессов, большинство из которых характеризуются значительной энергоёмкостью.

На Архангельском ЦБК для обеспечения энергией предприятия, на территории размещается тепловая электростанция (ТЭС), на её примере и будет строиться модель. ТЭС обеспечивает энергией не только предприятие, но и соседний город Новодвинск.

Новизна исследования состоит в использовании современных методологий моделирования бизнес-процессов с целью описания модели ТЭС.

Объект исследования – тепловая электростанция Архангельского целлюлозно-бумажного комбината ТЭС–1.

Предмет исследования – моделирование процессов объекта.

Методы исследования – процессный подход, методология IDEF0.

Исходные данные – технологический регламент ТЭС–1 ОАО «АЦБК».

Цель работы – построение модели тепловой электростанции с помощью CALS – технологий [1].

На рис. 1 продемонстрирована диаграмма нулевого уровня (A0), на которой изображена тепловая электростанция посредством модели «чёрный ящик».



Рис. 1. Контекстная диаграмма «Тепловая электростанция»

Стрелки слева – входы модели слева обозначают ресурсы, которые используются в производстве: вода из реки, реагенты, уголь, кородревесные отходы и мазут. Стрелки справа – выходы модели справа – это продукция производства ТЭС: электроэнергия и горячая вода (для отопления). Стрелки сверху – управляющие воздействия, определяющие нормы, задания и требования к качеству продукции: должностные инструкции,

инструкции (ЭБ, ПБ, ОТ), инструкции по работе на технологическом оборудовании, НД, ТР, ТУ. Стрелки снизу – механизмы управления, используемые для производства продукции: рабочие комбината, деаэратор, турбоагрегаты, котлоагрегаты, водогрейные котлы.

Диаграмма первого уровня (рис. 2) иллюстрирует основные процессы ТЭС: водоподготовка (A1) [2], производство пара (A2), производство электроэнергии (A3) и производство горячей воды (A4).

Рассмотрим преобразование исходного сырья в конечные продукты в результате процессов A1, A2, A3, A4.

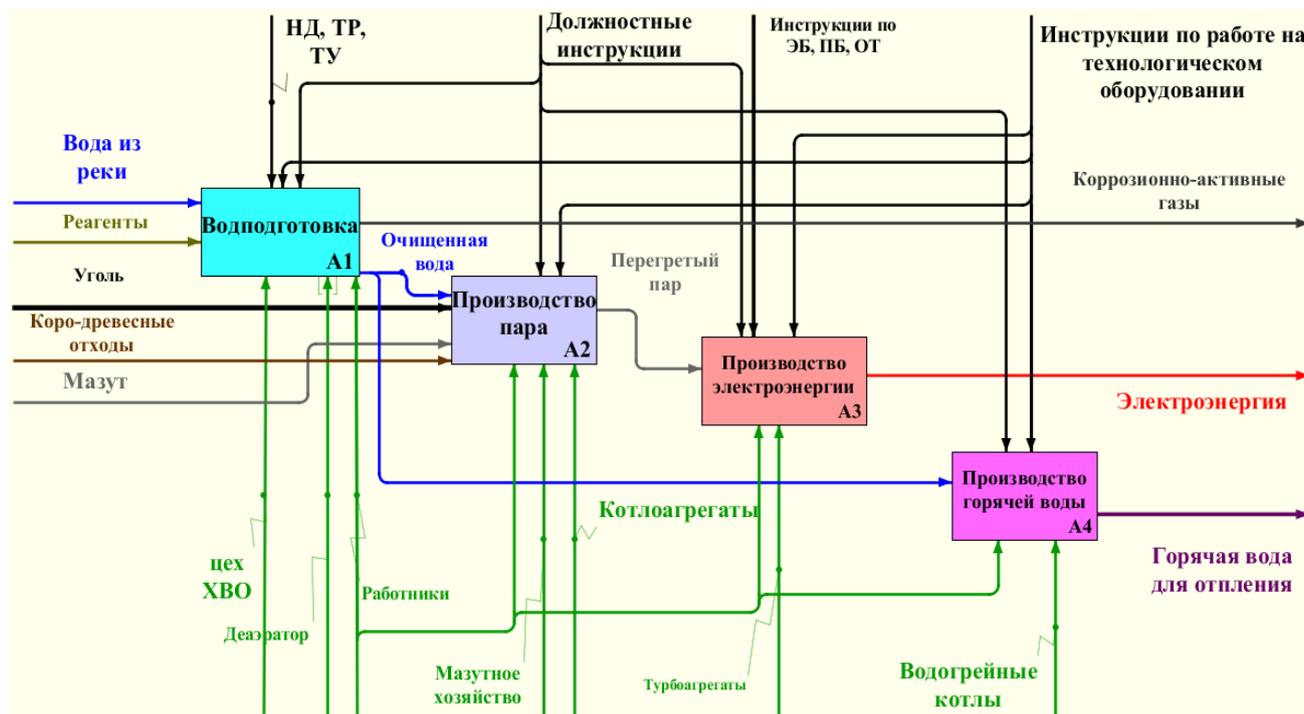


Рис. 2. Диаграмма первого уровня

На вход процесса A1 поступает вода из реки и реагенты, очищенная в цехе ХВО (химводоочистки) вода поступает на входы процессов A2 и A4. С помощью процесса A2 очищенная вода преобразуется в перегретый пар, который поступает на вход процесса A3. Выходами процессов A3 и A4 являются продукты ТЭС: электроэнергия и горячая вода для отопления.

Декомпозиционная диаграмма (рис. 3) иллюстрирует, что процесс A1 состоит из двух основных подпроцессов: химическая водоочистка (A11) и деаэрация (A12). Цель процесса A11 – максимально снизить концентрацию в речной воде солей жесткости, железа, уголекислоты, кремниевой кислоты, примесей органических веществ, твердых взвешенных частиц.

Обессоленная вода попадает в деаэратор, где осуществляется процесс A12. Основной функцией термических деаэраторов является удале-

ние из питательной воды коррозионно-активных газов: кислорода  $O_2$  и свободной двуокиси углерода  $CO_2$ .

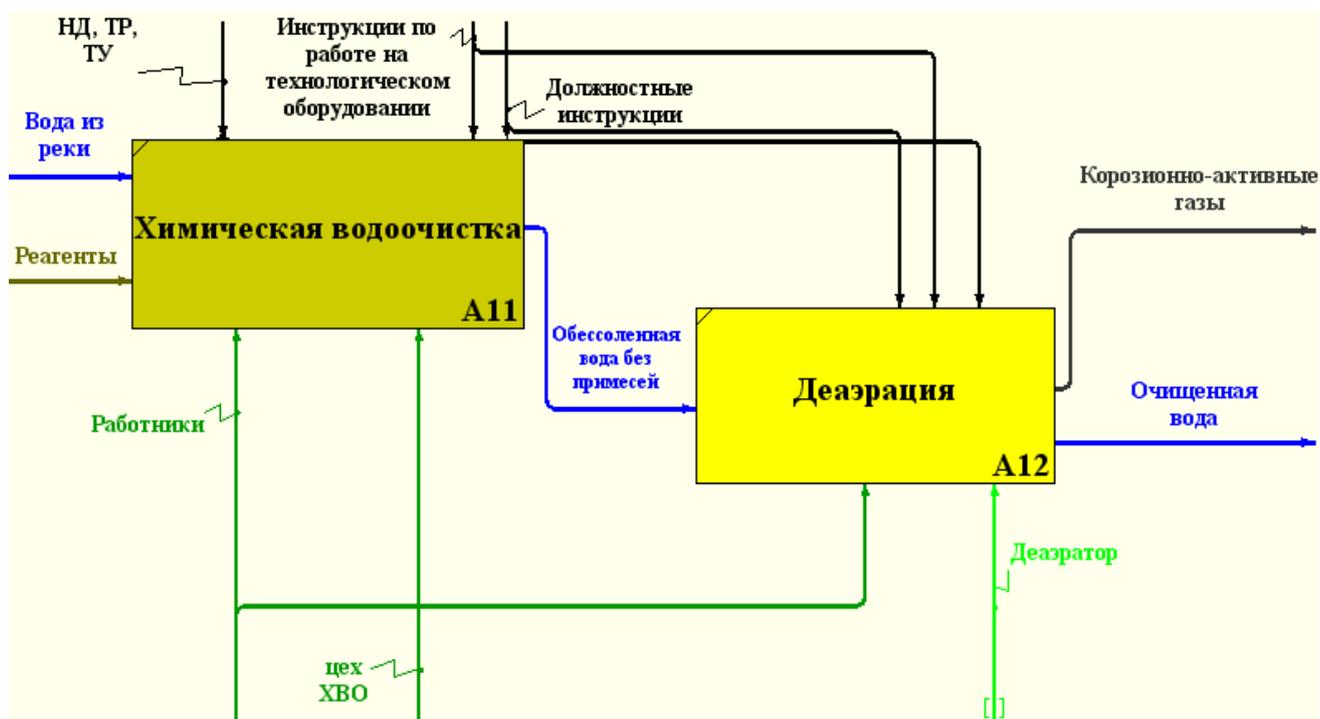


Рис. 3. Декомпозиционная диаграмма «Водоподготовка»

Декомпозиционная диаграмма (рис. 3) иллюстрирует, что процесс A1 состоит из двух основных подпроцессов: химическая водоочистка (A11) и деаэрация (A12). Цель процесса A11 – максимально снизить концентрацию в речной воде солей жесткости, железа, уголекислоты, кремниевой кислоты, примесей органических веществ, твердых взвешенных частиц.

Обессоленная вода попадает в деаэратор, где осуществляется процесс A12. Основной функцией термических деаэраторов является удаление из питательной воды коррозионно-активных газов: кислорода  $O_2$  и свободной двуокиси углерода  $CO_2$ .

Процессы A2, A3, A4 не требуют дополнительной детализации, так как каждый из них состоит из одного процесса (рис. 2). Подготовка пара (A2) – это процесс получения перегретого пара из очищенной воды нагревом её в котлоагрегатах. Производство электроэнергии (A3) – это процесс получения электрической энергии за счёт действия давления перегретого пара на лопатки ротора турбогенераторов. Производство горячей воды (A4) – это процесс получения горячей воды для отопления из очищенной воды нагревом её в водогрейных котлах. Механизмы управления процессами A2, A3, A4 – котлоагрегаты, турбоагрегаты и водогрейные котлы соответственно, указаны на диаграмме первого уровня (рис. 2).

Полученная модель компактна и в то же время даёт наглядное и достаточно полное описание рассматриваемого объекта.

Применение методологии IDEF0 для моделирования тепловой электростанции позволило использовать системный подход для анализа производства, а именно:

- Провести анализ ТЭС как системы в виде модели «чёрный ящик» (рис. 1);
- Провести декомпозицию производства на основные процессы и подпроцессы (рис. 2–3);
- Проанализировать физико-химические преобразования исходных ресурсов в конечные продукты;
- Изучить механизмы управления и управляющие воздействия.

### Список литературы

1. Юрчик, П.Ф. Применение Web и CALS технологий на предприятии: учеб. пособие / П.Ф. Юрчик, В.Б. Голубкова. – М.: МАДИ, 2018. – 112 с.
2. Ахмедов Ш.Н., Поздеев А.Г. Водоподготовка для теплогенерирующих установок и систем теплоснабжения: в сборнике «Энергетическая безопасность. Сборник научных статей II Международного научного конгресса/ Ш.Н. Ахмедов. – Курск: изд-во «Университетская книга», 2017. – С. 123–126.

#### **Карельский А.А.**

магистрант Высшей школы энергетики, нефти и газа, kareljskij.aa@edu.narfu.ru  
Научный руководитель: Бойко В.Н., старший преподаватель кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ПЕРСОНАЛА С МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Безопасность персонала на морских нефтегазовых сооружениях является важным вопросом в современной нефтегазовой промышленности. Проведение спасательных операций с морских нефтегазовых сооружений (МНГС) в Арктике отличается от подобных операций на открытой воде и требует специальных эвакуационных средств. В статье рассматриваются вопросы о необходимости разработки новой нормативной документации, новых спасательных средств и текущие достижения России в данном направлении.

Аварии на морских сооружениях при добыче нефти и газа оказывают воздействие на гидросферу, атмосферу, литосферу, растительный и животный мир. Кроме того, нельзя не учитывать и человеческие жертвы.

Эвакуация персонала на нефтегазовых платформах становится обязательной при катастрофической потере устойчивости, разрушении опорных конструкций, из-за взрыва и пожара на платформе или вблизи нее [2,3]. Успешность спасательной операции, зависит от спасательных средств, которые должны соответствовать ветровым, волновым и ледовым условиям, при которых работает платформа. Их проектирование, изготовление и эксплуатация производится на основе международной и отечественной нормативной документации. Большинство из которой сформулировано на основе «Международной конвенции по охране человеческой жизни на море» (СОЛАС-74) и «Международного кодекса по спасательным средствам» (Кодекса ЛСА). Однако большинство документов ориентировано на безопасность людей на судах и МНГС расположенных в открытой воде. Эти документы могут быть использованы как базисные для создания подобных документов, но ориентированных на спасательное оборудование для арктических морских сооружений.

В существующей нормативной документации остались без особого внимания высокие риски при спуске шлюпок с людьми с большой высоты с использованием гравитационных тросовых систем при сильном ветре и шторме. Ледовая обстановка имеет небольшое значение. Так спасательные шлюпки почти не приспособлены к движению в битом и сплоченном льду и совершенно невозможно их движение в сплошных ледовых полях. Много времени требует прогрев двигателя шлюпки на холостом ходу перед спуском на воду. Для обеспечения постоянной готовности к экстренной эвакуации требуется хорошая приспособленность средств к работе в условиях низких температур, обледенения, проворачивания механизмов. Аналогичные проблемы затрагивают и гравитационные тросовые спусковые устройства при поддержании их технологической готовности. Этим обусловлено малое количество успешных экстренных эвакуаций с применением собственных бортовых спасательных средств.

В соответствии с «Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море» морские нефтегазовые сооружения должны быть снабжены коллективными и индивидуальными спасательными средствами. Количество спасательных средств определяется как 200 % от максимально возможного числа работающих на МНГС человек [2].

Коллективными спасательными средствами могут выступать закрытые танкерные шлюпки, спускаемые с помощью гравитационной тросовой системы или шлюпбалки (davit-launched lifeboats), шлюпки свободного падения, выпускающиеся по специальным рельсам (freefall lifeboats)

и спасательные плоты, расположенные в зоне жилого блока платформы [3].

Так на платформе Приразломная используются эвакуационные спасательные системы SES-2А и закрытые спасательные шлюпки, спускаемые с помощью гравитационной тросовой системы и предназначенные для эвакуации персонала только в условиях открытой воды (летний период). Система SES-2А состоит из:

- посадочной площадки;
- эвакуационного рукава и спусковой системы;
- спасательного плота.

В виду низкой приспособленности существующих средств к арктическим условиям в последние годы разрабатываются специальные спасательные шлюпки свободного падения.

Основные требования к шлюпкам свободного падения [5]:

- организация успешной транспортировки персонала в зону безопасности по ледовой или водной поверхности (500-800м от аварийного объекта);
- работоспособность при температуре от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$ ;
- автономность не менее 5 суток;
- максимальная высота спуска свободным падением не должна превышать указанной в свидетельстве об одобрении (не более 3м при спуске на лед);
- должна иметь достаточную прочность, чтобы выдерживать удар при падении на воду/лед при полной загрузке с высоты в 1,3 раза превышающей указанную в свидетельстве об одобрении;
- безопасность при ударе со скоростью не менее 3,5 м/с;
- должна защищать людей от огня, высокой температуры и дыма.

Спасательная шлюпка свободного падения имеет корпус из огнестойкого материала, в качестве которого может быть использован армированный полиэфирный стеклопластик с наполнителем из вспененного полиуретана. Она побортно оборудована реактивными соплами-двигателями, которые управляются задвижками внутри лодки. Шлюпка имеет систему автономного воздухообеспечения, которая должна обеспечивать людей кислородом и постоянную работу двигателя во время передвижения лодки от платформы в безопасную зону. Для этого используют баллоны со сжатым воздухом. Амортизирующая система, предназначенная для уменьшения ударных нагрузок, выполнена в виде подушки из армированной резины с воздушными полостями, расположенной в днище корпуса шлюпки. Так как при ударе о водную или ледовую поверхность возникают существенные перегрузки, кресла для персонала также имеют амортизирующие прокладки. Конструкция шлюпки приведена на рис. 1 [4].

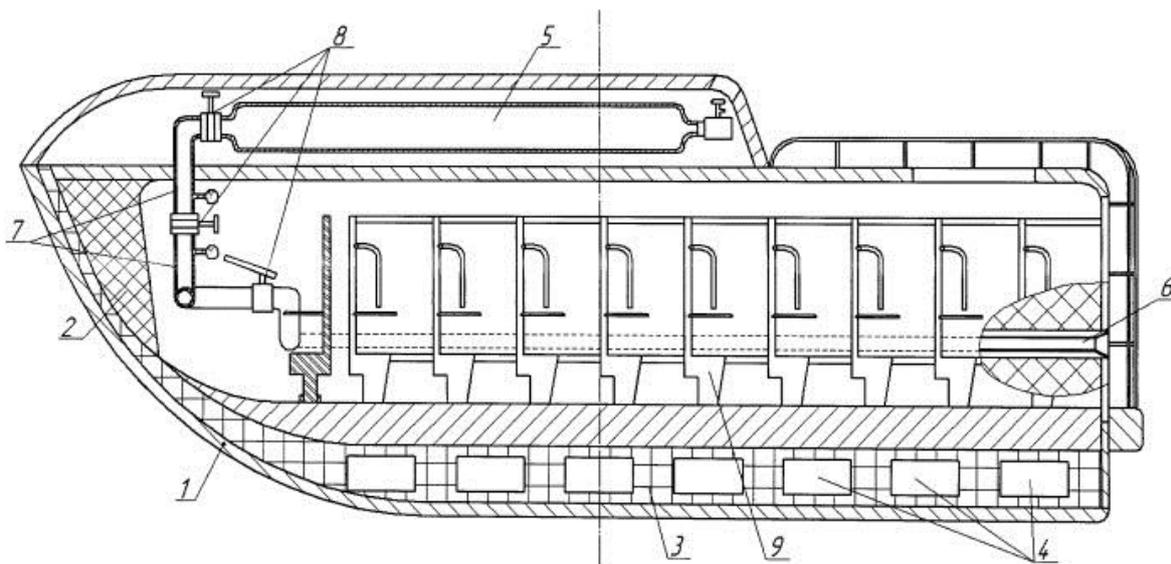


Рис. 1. Спасательная шлюпка свободного падения:

1 – Корпус; 2 – Полиуритановая прокладка; 3 – Амортизирующая подушка; 4 – Воздушные полости; 5 – Баллон высокого давления; 6 – Реактивные сопла-двигатели; 7 – Трубоводы; 8 – Управляемые задвижки; 9 – Посадочные места

Технология экстренной эвакуации включает в себя необходимые технические средства для эвакуации, а также комплекс нормативных документов, определяющих процесс применения системы, включающий ее установку на морском сооружении, хранение, обслуживание и использование. Основным центром разработки в России является ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Последние достижения центра в этом направлении [1]:

- изготовлена натуральная модель лодки с реактивно-пневматическим двигателем, проведены испытания прочности корпуса и изучены параметры движения;
- разработаны аварийно-спасательная палуба и технические решения по ее креплению к МНГС, создан виртуальный прообраз палубы;
- разработано понтонное спусковое устройство обеспечивающее спуск спасательной шлюпки на водную или ледовую поверхность;
- проверена работоспособность спускового устройства на базе компьютерной модели;
- разработан компьютерный тренажер по проведению спасательных операций.

### Список литературы

1. Косьмин С.И., Таровик В.И., Вальдман Н.А., Рап М.М. Развитие концепции экстренной эвакуации персонала аварийных морских сооружений в арктических условиях // 16-й петербургский энергетический форум «Offshore Marintec Russia 2016».
2. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. СОЛАС-74 (SOLAS-74, Safety of Life at Sea)

3. Международный Кодекс по спасательным средствам (Кодекс ЛСА) – International Life-Saving Appliance Code (LSA Code), на русском и английском языках, 2018

4. Патент РФ № 2555078 «Спасательная шлюпка свободного падения для экстренной эвакуации персонала с морских объектов в ледовых условиях» [Текст] / А.А. Карелин, В.И. Тавровик, Н.А. Вальдман, Е.А. Буракова, М.М. Рап В.А Павловский; патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр».

5. Таровик В.И. Перспективные технические средства эвакуации персонала аварийных морских нефтегазовых платформ в арктических условиях // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 4 (28). – С. 84– 91

### **Кацубо Д.А.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий, dima.katsubo@yandex.ru  
Научный руководитель: Карякин А.А., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

В настоящее время биомедицинское моделирование является важным инструментом для изучения механизмов системной организации физиологических функций организма. Для изучения закономерностей протекания физиологических процессов в организме широко применяются математические и компьютерные модели. Эти модели имеют преимущества перед другими видами биомеханических моделей, так как для получения новых научных знаний они не требуют создания реальной физической модели [3].

Для определения различных параметров в исследованиях сложных биомеханических систем обычно используются методы численного моделирования. Наиболее популярным в решении сложных задач численного моделирования является метод конечных элементов, который позволяет повторить анализ системы при изменении параметров модели. Таким образом, можно исследовать влияние соответствующего параметра на результат расчета всей модели. Кроме того, указанный метод позволяет получить информацию, которая не может быть получена с помощью обычных методов измерения, и провести моделирование ситуаций, которые не могут быть получены в реальной жизни на основе эксперимента [4].

Полноценным инструментом для 3D-моделирования и автоматизированного проектирования сложных изделий различного назначения явля-

ется программная среда «SolidWorks» [8]. Данное средство имеет широкий потенциал применения в проектировании различных биомеханических моделей, который позволяет создавать как целостные модели, так и сборные модели из множества отдельных деталей. Программа учитывает взаимодействие деталей модели между собой. Программная среда дает возможность оценивать распределение нагрузок в модели, что позволяет ее оптимизировать и исключить некоторые недочеты конструкции еще на этапе моделирования, без необходимости создания физической модели.

Я. Зубжицки с соавторами (2018) представили результаты структурного анализа тазового пояса с учетом изменений механических свойств суставного хряща. Численные модели кости и имплантата были выполнены в среде «SolidWorks». Полученная в ходе исследования модель с использованием метода конечных элементов позволяет получить данные об изменениях распределения напряжений в тазовом поясе в результате приложенных нагрузок до и после процедуры замены тазобедренного сустава, и может являться хорошей основой для дальнейших исследований биомеханики тазобедренного сустава. Также полученная модель может использоваться как дополнительный фактор при принятии решения выполнения замены сустава, представляя потенциальные преимущества этой процедуры [2].

Анализ показателей при физическом и математическом моделировании взрывного перелома поясничного отдела позвоночника был проведен Попсуйшапко К.А. с соавторами (2016). В ходе исследования были созданы 4 математические модели: первая модель – в норме; вторая – с разрушением 50 % объема тела позвонка; третья – с разрушением всего тела позвонка и смежных дисков; четвертая – с разрушением тела позвонка, диска, заднего опорного комплекса (дуги и частично суставов). Построение геометрических моделей проводили в программной среде «SolidWorks», конечно-элементные расчеты – в программе «Ansys». В результате исследования было установлено, что у первой и второй математической модели обнаружено достаточно близкое совпадение результатов с экспериментальными моделями, была выявлена одинаковая направленность процессов, но без полного совпадения полученных данных. Однако, при возрастании нагрузки свыше 200 Н в экспериментальных моделях было обнаружено нелинейное поведение, в отличие от математических. В случае моделей третьей и четвертой возникает существенное отличие результатов расчетной модели от эксперимента вследствие явного нелинейного поведения экспериментальной модели, следовательно анализ на этих расчетных моделях может дать неадекватные результаты [4].

Следует также отметить, что программная среда «SolidWorks» содержит инструменты для моделирования процессов течения жидкости, что позволяет выполнять моделирование и изучать характер движения

различных физиологических жидкостей, как при нормальном, так и при различных патологических состояниях. Инструменты математического расчета помогают оценить скорости и характер движения жидкостей, а так же давление оказываемое жидкостями на сосуды, в которых они находятся. Такие модели могут применяться для выбора методики лечения и прогнозирования различных аспектов оперативных вмешательств. Помимо жидкостей программа позволяет моделировать потоки воздуха, что, например, полезно при моделировании дыхательной системы.

В 2014 г. Ю.М. Шутовым с соавторами предложена динамическая событийно-непрерывная модель желчевыводящей системы, где изменения интенсивностей выделения желчи представлены кусочно-линейными моделями. Процесс синтеза желчи имеет периодический характер, включающий фазы сна, бодрствования и промежуточные фазы. Процесс рассматривается в течение одних суток. Количество производимой в течение суток желчи в нормальном состоянии организма в среднем является постоянной величиной и принимается исходя из того, что на один килограмм веса человека производится 10–15 мл желчи. Модель учитывает суточную периодичность интенсивности процессов синтеза желчи. Принято, что в фазе сна процессы синтеза замедлены, но их интенсивность постоянна. В фазу бодрствования интенсивность выделения желчи имеет максимальное постоянное значение. Периоды перехода от сна к бодрствованию и наоборот одинаковы по длительности и линейно зависимы от времени. Динамика выделения желчи из желчного пузыря в желчный проток и ее выход из протока в двенадцатиперстную кишку описаны кусочно-линейными моделями. При помощи компьютерного моделирования определена максимальная величина постоянной интенсивности секреции желчи, которая не приводит к переполнению общего желчного протока.

В результате, используя данные математического и компьютерного моделирования, можно с высокой точностью определить такие параметры, как объем выделяемой печенью желчи, накопительную способность желчного пузыря, синхронность работы сфинктерного аппарата желчевыводящих путей, объем и качество поступающей в двенадцатиперстную кишку желчи. По этим данным можно судить о состоянии печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей [7].

Авторы Тишковец Ю.А., Филиппова М.В. (2016) в среде «SolidWorks» исследовали пространственную модель двухслойного сосуда с патологической извитостью в виде петли. Были выявлены особенности напряженно-деформированного состояния сосуда в области петли в зависимости от отношения диаметра петли к диаметру сосуда. Получены значения параметров патологической извитости (петли), при которых механическое состояние сосуда значительно отличается от состояния сосуда без патологии. Была создана модель кровотока в сосудистом русле для ис-

следования величины касательного напряжения в потоке крови на внутренней стенке артерии. Низкое значение касательных напряжений на стенке свидетельствует о большой вероятности начала атеросклеротического процесса. Проведенное моделирование патологических извитостей в зоне бифуркации сонной артерии выявило определенные закономерности нарушения нормальной гемодинамики [6].

В исследовании Г. Башаровой, П.И. Бегун и О.В. Тихоненковой (2018) была разработана модель брахицефальных артерий. На основании томографических срезов в программе «SolidWorks» были построены трехмерные компьютерные модели брахицефальных артерий с Виллизиевым кругом. В программе «Cosmos», конвертируемой со средой «SolidWorks», был проведен анализ напряженно – деформированного состояния сосудов, затем компьютерные модели экспортировались в программу «Ansys», где были созданы конечно-элементные модели для анализа кровотока. В работе исследованы различия в скорости и завихренности кровотока при разных степенях стеноза. Результаты этих исследований могут быть использованы как дополнительный диагностический инструмент при анализе мозгового кровообращения в специфических анатомических случаях или в случае планирования операций при закупорке нескольких артерий [1].

Построение 3D-модели миокарда левого желудочка сердца человека в системе «SolidWorks» было выполнено в исследовании Е.А. Родионова и А.А. Голядкиной (2018). Полученная модель представляет собой средний слой стенки левого желудочка сердца – миокард, который состоит из соединительного слоя и 3 слоев разнонаправленных миокардиальных волокон: внутренний, средний и внешний. Численный анализ проводился в конечно-элементном пакете «Ansys». В работе построена осесимметричная модель миокарда и для простоты расчетов рассматривалась только 1/4 часть модели. На основе результатов моделирования был проведен анализ распределения значений эквивалентных напряжений и деформаций для тканей элементов модели миокарда. Так же было проведено сравнение значений эквивалентных напряжений и деформаций у модели с учетом миокардиальных волокон с моделью без учета миокардиальных волокон. В результате исследования было обнаружено, что при биомеханическом моделировании миокарда левого желудочка более точные результаты дает неоднородная модель с разнонаправленными миокардиальными волокнами [5].

Результаты проведенного обзора результатов исследований по вопросам применения программной среды «SolidWorks» в компьютерном моделировании систем организма человека показали, что в большинстве случаев данная программная среда применяется для моделирования костно-мышечной и гемодинамической систем. В доступной литературе нам

не удалось обнаружить достаточной информации о разработке компьютерных моделей желчевыводящей системы человека в норме и при патологии. Актуальность разработки подобной модели обоснована значительной распространенностью и высоким уровнем заболеваемости данной патологией во всем мире. Так, по сведениям различных авторов, желчекаменная болезнь выявляется у 10–40 % населения различных возрастов, и в настоящее время представляет одну из самых частых и экономически значимых медицинских проблем в индустриально развитых странах. Число послеоперационных осложнений также достаточно высоко, поскольку врачи не всегда могут спрогнозировать функциональное поведение системы (суточный расход желчи, давление в элементах билиарной системы и т.д.).

Учитывая вышеизложенное, разработка модели позволяющей анализировать состояние желчевыводящей системы и риски проведения оперативных вмешательств является актуальной. К настоящему моменту нами рассмотрены теоретические аспекты реологических свойств желчи, а также направления моделирования течения желчи в сегментах билиарной системы, которые в дальнейшем будут реализованы в компьютерной модели с использованием среды «SolidWorks».

### Список литературы

1. Башарова Г., Бегун П.И., Тихоненкова О.В. Моделирование в 3D-пакете и биомеханическое исследование состояния кровеносных сосудов, питающих мозг // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. № 3. С. 30–39.
2. Зубжицки Я. Структурный анализ таза до и после процедуры замены тазобедренного сустава / Я. Зубжицки [и др.]. Наука и техника. 2018. № 2. С. 165–172.
3. Мезенцева Л.В., Перцов С.С. Математическое моделирование в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 1. С. 11–14.
4. Попсуйшапка К.А., Тесленко С.А., Ярьсько А.В., Krishnappa V. Сравнительный анализ показателей при физическом и математическом моделировании взрывного перелома поясничного отдела позвоночника // Травма. 2016. № 3. С. 92–98.
5. Родионов Е.А., Голядкина А.А. Конечно-элементное моделирование миокарда левого желудочка сердца // Математика. Механика. 2018. № 20. С. 121–123.
6. Тишковец Ю.А., Филиппова М.В. Моделирование кровеносных сосудов человека в аппаратной среде SolidWorks // Знание. 2016. № 4. С. 138–142.
7. Шутов Ю.М., Шорников Ю.В., Томилов И.Н., Шутова М.З. Численно-аналитические исследования желчепродуктивной и желчевыводящей системы печени человека в норме и патологии // Медицина и образование в Сибири. 2014. № 2. 8 с.
8. SolidWorks 2016: краткий обзор программы [Электронный ресурс]. URL: <https://3ddevice.com.ua/blog/3d-printer-obzor/obzor-programmy-solidworks/> (дата обращения: 28.03.2020).

**Кашенов А.Д., Ващук С.Н.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [arman.kashenov@mail.ru](mailto:arman.kashenov@mail.ru),  
[greensky1306@gmail.com](mailto:greensky1306@gmail.com)

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры  
электроэнергетики и электротехники

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕТОДЫ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ**

С развитием тенденции, направленной на снижение загрязнения окружающей среды, необходимо усовершенствовать технологию сушки таким образом, чтобы снизить потребление энергии и выбросы парниковых газов, при этом обеспечивая высококачественный результат с минимальным увеличением экономических затрат. Для достижения этих целей необходимо развивать работу по модернизации системы сушки за счет развития новых технологий. В этой статье приведен разбор основных методов, используемых в настоящее время, а также рассмотрены источники энергии для их реализации.

Для обеспечения надлежащего длительного хранения многих биологических материалов эти продукты необходимо высушить до низкого содержания влаги. Сушка используется в деревообрабатывающей промышленности, а также охватывает все виды сельскохозяйственной продукции. Это энергоемкая операция, потребляющая от 0,38 до 0,63 ГДж / т топлива [1].

Большинство операций искусственной сушки основаны на сушке горячим воздухом, где воздух нагревается путем сжигания топлива, и поток горячего воздуха направляется на объект. Этот тип сушки требует больших энергозатрат из-за неэффективности таких сушилок. Часто отработанный воздух просто выпускается в окружающую среду. Некоторые системы предусматривают утилизацию или повторное использование тепла отработавшего воздуха, что может значительно повысить энергоэффективность сушилок.

Гибридные или комбинированные технологии сушки включают реализацию различных режимов теплопередачи, двух и более ступеней сушки одинакового или разного типа. Как повышение эффективности сушки, так и сокращение времени процесса требует глубоких исследований в этой области. Некоторые из наиболее перспективных методов сушки включают электромагнитные волны и ультразвуковую сушку. Рассмотрим далее некоторые современные технологии.

### **Технология электромагнитных волн**

Электромагнитные волны могут глубоко проникать в материал, вызывая объемное нагревание, нагревая в основном воду, что предполагает увеличение скорости преобразования энергии и, следовательно, сокраще-

ние времени процесса. К сожалению, эта технология все еще ограничено применяется в промышленности, в основном из-за высоких капитальных затрат и отсутствия подтверждения экономии энергии. Тем не менее, внедрение электромагнитных волн может стать одним из наиболее перспективных методов сушки в будущем, так как обеспечивает как значительную экономию энергоресурсов и времени процесса, так и высокое качество продукции.

### **Диэлектрический нагрев**

Диэлектрический нагрев основан на объемном тепловыделении по всему высушиваемому материалу. Радиочастоты охватывают электромагнитные спектры с частотами от 1 до 300 МГц, но для промышленных применений соответствуют только определенные радиочастоты (РЧ) и микроволновые спектры (МВ): 13.56, 27.12 и 40. МГц для РЧ и 915 и 2450 МГц для МВ. Радиочастотная сушка применяется для больших нагрузок, таких как сушка бумаги и древесины, где требуется высокая мощность и короткая продолжительность. Эффективность метода многократно подтверждена в исследованиях по РЧ как источнику энергии, связанному с процессом сушки древесины.

Микроволны покрывают спектр электромагнитных волн длиной от 1 мм до 1 м. Биологические материалы хорошо подходят для сушки МВ, так как они чувствительны к теплу и «целевой» нагрев, получаемый с МВ, для них предпочтителен. Однако этот метод, как и большинство других, требует тщательного исследования и анализа влияния МВ сушки на качество конкретного продукта [4].

### **Перегретый пар**

Впервые в 1995 г. было доказано, что заменив воздух перегретым паром, можно достичь существенной экономии энергии. Это происходит за счет рекуперации тепла от истощения перегретого пара и устранения необходимости нагрева от температуры окружающей среды [3].

Перегретый пар служит в качестве среды, подающей тепло на объект сушки и уносящей испаренную влагу. Этот метод находит применение в промышленности в ограниченных масштабах. Преимущества перегретого пара заключаются в отсутствии в сушилке или рядом с ней окислительных реакций или реакций сгорания, а также в увеличении скорости сушки. К недостаткам можно отнести сложную систему подачи пара, чувствительность к темпу и малое распространение этого метода.

### **Вакуумная сушка древесины.**

Применение вакуума для сушки древесины предлагалось с начала 1900-х годов. Технологии вакуумной сушки древесины можно классифицировать по используемому методу нагрева. Выделяют четыре метода:

- вакуум с кондуктивным нагревом;
- вакуум с циклическим нагревом;
- вакуум с перегретым паром;
- вакуум с диэлектриком.

Преимуществами сушки древесины при давлении ниже атмосферного являются способность к сушке при более низких температурах (и, таким образом, снижение вероятности возникновения некоторых дефектов сушки), значительное сокращение времени сушки, сохранение цвета, более высокая энергоэффективность, уменьшение количества выбросов летучих органических соединений и способность сушить древесину большого поперечного сечения. В отличие от обычной сушки, в вакууме первичной движущей силой является разность давлений, а преобладающим механизмом переноса влаги – объемный поток водяного пара. В то время как несколько лет назад исследования в основном были сосредоточены на углублении понимания фундаментальных механизмов вакуумной сушки и применения в конкретных отраслях промышленности, современные разработки нацелены на улучшение существующих методов [2].

Потребность в сушке биологических материалов очень важна как в деревообрабатывающей промышленности, так и в сельском хозяйстве. Однако этот процесс является крайне энергоемким. Технологии, однако, продолжают совершенствоваться и все больше повышают энергоэффективность сушки. В этой статье были рассмотрены некоторые перспективные методы, которые, наряду с будущими исследованиями, позволят получить более экономичный и безопасный для окружающей среды процесс сушки.

### Список литературы

1. G.S.V. Raghavan, T.J. Rennie, P.S. Sunjka, V. Orsat, W. Phaphuangwittayakul; P. Terdtoon Overview of new techniques for drying biological materials with emphasis on energy aspects / Braz. J. Chem. Eng. vol.22 no.2 São Paulo Apr./June 2015.
2. Omar Espinoza, Brian Bond Vacuum Drying of Wood–State of the Art / Current Forestry Reports volume 2, pages223–235 / 2016.
3. Vasile Minea Efficient Energy Recovery with Wood Drying Heat Pumps / Journal Drying Technology An International Journal Volume 30, Pages 1630-1643 / 2016.
4. R.A. Ananias, J. Ulloa, D.M. Elustondo, C. Salinas, P. Rebolledo Energy Consumption in Industrial Drying of Radiata Pine / Drying Technology, 30: 774–779 / 2016.
5. Шевцов А.А. Дранников А.В. Ткач В.В. Сердюкова Н.А. Резервы энергоэффективности конвективной сушки дисперсных материалов при переменных режимах / журнал Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий / 2017.

**Кашенов А.Д., Ващук С.Н.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [arman.kashenov@mail.ru](mailto:arman.kashenov@mail.ru),  
[greensky1306@gmail.com](mailto:greensky1306@gmail.com)

Научный руководитель: Кришьянис М.В., старший преподаватель кафедры электро-энергетики и электротехники

## НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Одной из основных задач при организации работы энергосистемы, является обеспечение качественного и бесперебойного электроснабжение потребителей. Скачки напряжения и перебои в питании являются наиболее распространенными причинами сбоев в работе предприятий и повреждения техники, что наносит значительный экономический ущерб как потребителям, так и поставщикам электроэнергии.

Для решения этой проблемы требуется разумное вложение инвестиций, приоритет которого определяется с учетом необходимых параметров, включающих:

- Мощность источника и максимальное время передачи энергии.
- Время переключения, то есть время от момента падения напряжения на основном источнике до момента подачи нагрузки на резервный источник.
- Стоимость обслуживания как во время работы, так и в период ожидания.

Идеальный источник резервного питания должен отвечать следующим требованиям:

- Достаточно высокая мощность источника энергии.
- Неограниченное рабочее время.
- Мгновенное переключение.
- Низкие эксплуатационные расходы
- Отсутствие эксплуатационных расходов в отключенном состоянии [1].

В табл. 1 представлены наиболее распространенные источники резервного питания и их особенности.

*Таблица 1*

Резервные источники питания и их параметры

Тип питания	Мощность	Время переключения	Затраты на установку
Дополнительная линия электропередачи от сети	Не ограничена	От миллисекунд до секунд	Очень высокие
Генератор	Почти неограниченна	От нескольких секунд до нескольких минут	Средние или высокие
Аккумуляторы	Низкая, иногда средняя	От нескольких секунд до почти мгновенного переключения	Низкие или средние
Источник бесперебойного питания (ИБП)	От низкой до высокой	От миллисекунд до секунды	Средние или высокие

Согласно табл. 1, потребители с повышенными требованиями к качеству энергии и надежности электроснабжения должны питаться минимум от двух линий электропередачи. Такой источник питания требует использования АВР – автоматического ввода резерва. Питание от двух независимых линий является наиболее дорогостоящим, но в то же время обеспечивает бесперебойное электроснабжение при аварии. Альтернативой может служить также генератор. В этом случае капитальные затраты намного меньше, но в то же время снижается поставляемая мощность и увеличивается время переключения на резервный источник. Чаще всего генератор используется как третий независимый источник для особой категории потребителей, что значительно повышает надежность электроснабжения.

В случае, если потребителями являются информационные системы, локальные компьютерные сети, микропроцессорные устройства, управляющие сложными технологическими процессами, используются источники бесперебойного питания (ИБП). Они обеспечивают достаточную надежность, сравнительно длительное время работы при небольшом энергопотреблении и быстрое переключение на резервный источник. На рис. 1 показан пример системы электроснабжения потребителей различных категорий надежности.

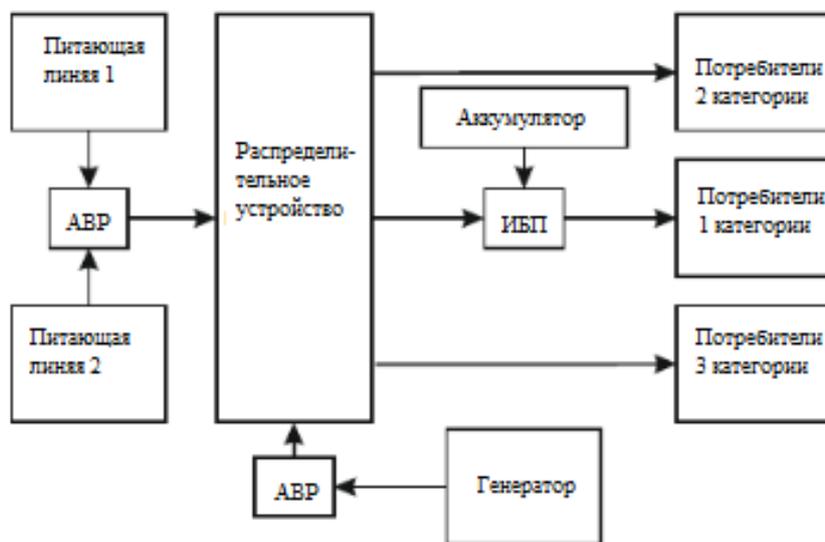


Рис. 1. Электроснабжение потребителей различных категорий надежности

### Генераторы

Существует четыре основных типа генераторов:

- В первую группу входят генераторы, которые включаются вручную после отключения питания. Мощность их составляет от нескольких десятков кВт до нескольких МВт. Время готовности зависит от мощности и составляет от 5–15 секунд для небольших устройств до 3–4 минут для крупных.

- Ко второй группе относятся аналогичные по мощности генераторы, оснащенные электроникой, обеспечивающей автоматический запуск, что значительно сокращает время подготовки устройства к загрузке

- В третью группу входят устройства, оснащенные управляемой электронной муфтой. Генераторы этой группы работают по следующему алгоритму: электродвигатель, питающийся от основной линии электропередачи, непрерывно приводит в движение маховик на общем валу с помощью электрического генератора. В нормальном режиме сцепление генератора отключено, то есть он находится в нерабочем состоянии. В случае аварии муфта переключается и генератор начинает вырабатывать энергию [2].

- К четвертой группе относятся генераторы третьей группы, работающие непрерывно и питающие наиболее ответственные приемники. В момент отключения питания нагрузка генератора увеличивается за счет подключения дополнительных приемников.

#### *Аккумуляторы*

В промышленности аккумуляторы работают с двумя типами систем:

- В нормальных условиях работы электросети аккумуляторы постоянно заряжаются. В случае отказа основного источника питания энергия начинает потребляться с аккумулятора. Эта система может использоваться как дополнительный источник питания для приемников постоянного тока или приемников, которые могут питаться как от постоянного, так и от переменного тока, например, для аварийного освещения.

- Во второй системе имеется выпрямитель, который одновременно заряжает аккумулятор и подает энергию на нагрузку. Потребление энергии от аккумулятора происходит только в случае аварии. Такая система имеет особенности, характерные для источников бесперебойного питания.

#### *Источники бесперебойного питания (ИБП)*

Источники бесперебойного питания предназначены для питания нагрузок с наиболее высокими требованиями к качеству энергии и бесперебойности питания. Существует три основных типа ИБП:

- Резервные;
- ИБП с двойным преобразованием;
- Линейно-интерактивные.

В резервных ИБП при нормальной работе системы аккумулятор заряжается. В момент выхода из строя основного источника питания запускается инвертор, и приемник начинает потреблять энергию от аккумуляторных батарей.

ИБП с двойным преобразованием подразумевают отделение приемника от электросети. Переменный ток преобразуется в постоянный, а затем, пройдя через инвертор, подается к нагрузке.

В линейно-интерактивных ИБП при нормальной работе основного источника часть энергии постоянно заряжает аккумулятор, а часть энергии аккумулятора постоянно поступает в приемник.

Распространение представленных технических решений позволяет снизить ущерб от аварийных отключений потребителей. Для достижения наибольшего результата от проведения мероприятий по увеличению надежности электроснабжения потребителей нужно применять комплексный подход. Эти мероприятия должны учитывать конкретные условия, что позволит выбрать оптимальный комплекс технических средств.

### Список литературы

1. Krzysztof Przystupa – Selected Methods for Improving Power Reliability / Przegląd Elektrotechniczny 1(12):272-275 / 2018.
2. Orlov P.S. Engineering and technical measures to improve reliability of power supply to construction facilities. / Zapiski Gornogo Instituta. Vol. 222 / 845-851 p. – 2016.
3. Федотова Г.Н., Воролай Н.П. Оптимизация надежности электроснабжения потребителей / журнал Reliability: Theory & Applications/ 2017.
4. Анашкин С.С., Борисовский А.П., Ерохина Ю.Е. Способы повышения надежности электроснабжения потребителей в сельской местности // Молодой ученый, №3 / 2018.

**Кашенов А.Д., Ващук С.Н.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [arman.kashenov@mail.ru](mailto:arman.kashenov@mail.ru),  
[greensky1306@gmail.com](mailto:greensky1306@gmail.com)

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР УЗБЕКИСТАНА

Энергетический сектор, без сомнения, является ключевой составляющей в развитии экономики любого государства. Без его должного функционирования невозможно развитие промышленности, сельского хозяйства, а также комфортная жизнь населения.

В 2019 году в Узбекистане была проведена глобальная реформа энергетической отрасли с привлечением в энергетику частного капитала [5]. Как известно, аналогичная реформа проводилась в России в 2008 году.

В настоящей статье проведено исследование и сравнительный анализ на основе статистических данных динамики развития энергетики в Узбекистане за последние годы, который показывает устойчивый темп ро-

ста в энергопотреблении. В том числе рассмотрено состояние и ближайшие перспективы развития возобновляемых источников энергии и сравнение их используемого и технически доступного потенциала [1] [6]. Произведен расчет эффективности использования солнечных панелей в качестве автономного источника электроснабжения, из которого можно сделать вывод о нерентабельности подобного мероприятия в настоящее время. Проведен анализ потребления энергии по секторам и оценка общего состояния энергоносителей.

Также рассмотрены ключевые перспективы, стоящие перед государством в настоящий момент [4]. Среди них в частности можно выделить стремление к уменьшению зависимости от газа для выработки энергии, развитие атомной и возобновляемой энергетики [2] [3].

Основным топливом для производства электроэнергии в Узбекистане является природный газ (66,4 %), за которым следуют гидроэнергетика (13,3 %) и уголь (19,2 %). Так же небольшая часть (1,1 %) производится на блок станциях.

Общая установленная генерирующая мощность составляет 14007 МВт. Она вырабатывается 10 тепловыми станциями, в том числе тремя ТЭЦ, вырабатывающими 12129 МВт и 29 ГЭС общей мощностью 1878 МВт. Они находятся в ведомстве «Узгидроэнерго», которая входит в состав Министерства энергетики. Значительная часть оборудования почти выработала свой ресурс. Старые блоки ТЭС работают значительно менее эффективно, чем новые.

Как показано на рис. 1, общая выработка электроэнергии выросла с 47,2 ГВт·ч / год в 2005 году до 60,7 ГВт·ч / год в 2017 году. Чистый импорт, как правило, невелик – около 1 % от выработки. Как видно из рисунка, в последние годы увеличивается вклад гидроэлектростанций в производство энергии.

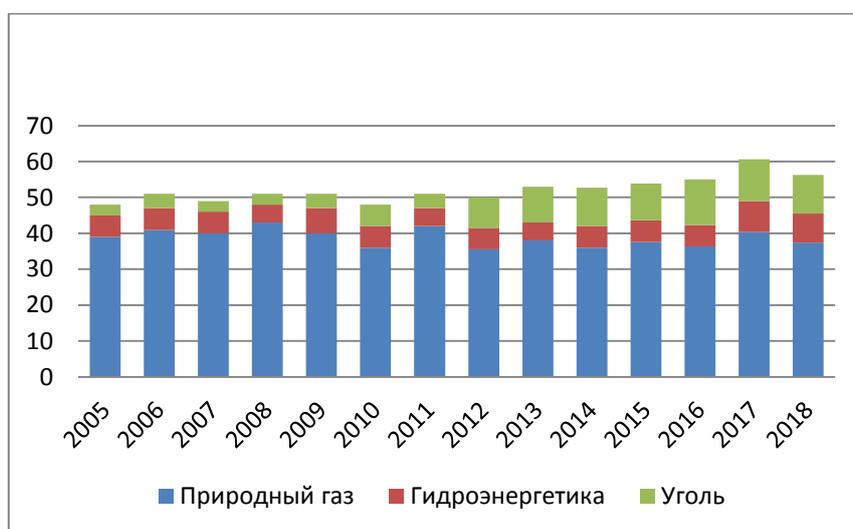


Рис. 1. Структура генерации за 2005-2018 гг.

Общее потребление электроэнергии в 2018 году составило 56,3 ГВт·ч. Промышленность была крупнейшим потребителем электроэнергии, на ее долю приходилось более 39,3 %.

Возобновляемая энергия имеет очень большой потенциал, который оценивается в 182,32 млн. т нефтяного эквивалента (1 т.н.э. = 11.63 МВт·ч) технически доступного потенциала. Тем не менее, данные источники энергии находятся лишь в ранних разработках, и в настоящее время практически не используются. Согласно постановлению Президента в ближайшие годы планируется повышение доли выработки энергии возобновляемыми источниками до 7,2 %. [6]

На рис. 2 представлен технический потенциал возобновляемых источников в тоннах нефтяного эквивалента. [1]

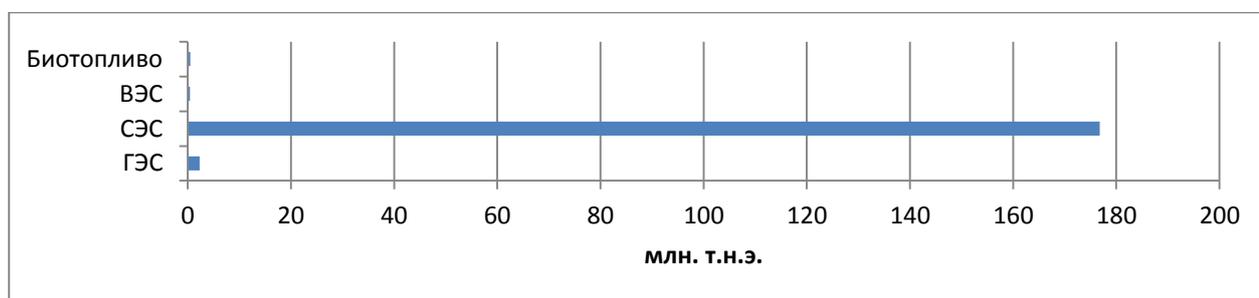


Рис. 2. Технический потенциал ВИЭ в Узбекистане

К 2025 году планируется увеличить долю ГЭС в выработке энергии до 15,8 %, а на долю солнечных и ветровых электростанций отвести 2,3 % и 1,6 % соответственно.

Из данных графиков можно сделать вывод, что, несмотря на огромный потенциал солнечной энергии, этот ресурс в настоящее время практически не используется, и перспективы его развития достаточно невысокие. Будут ли реализованы в полной мере планы государства по использованию ВИЭ к 2025 году, сказать пока сложно, так как для их осуществления необходимы крупные инвестиции. Приоритетом же государства в настоящее время является строительство атомной электростанции, мощность которой составит 2,4 ГВт. Завершение планируется к 2028 году.

Преимущество солнечных электростанций в том, что их можно установить непосредственно в доме и обеспечить практически полное электроснабжение, а, следовательно, и экономию расходов на оплату электроэнергии. Рассчитаем, является ли установка солнечных панелей выгодной для потребителей.

Возьмем среднее потребление в год 3000 кВт·ч. Для упрощения примем, что электроэнергия потребляется равномерно в течение года. Определим среднее количество инсоляции на 1 м<sup>2</sup> в кВт·ч/м<sup>2</sup>/день. Это можно сделать с помощью онлайн калькулятора.

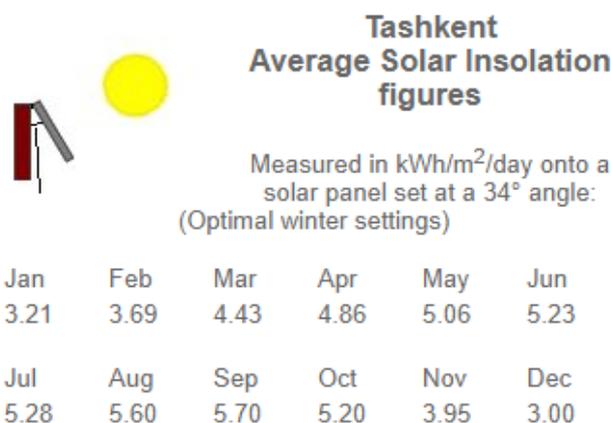


Рис. 3. Инсоляция в Ташкенте в течение года

Возьмем месяц с минимальной инсоляцией, равной 3 кВт·ч/м<sup>2</sup>/день, то есть декабрь.

Выберем панель N330 PhotovoltaicModule НПТ, номинальная мощность составляет 330 Вт. Площадь солнечной панели равна 1,6 м<sup>2</sup>.

Рассчитаем электроэнергию, вырабатываемую за день при минимальной инсоляции:

$$W = 330 \cdot 3 = 990 \text{ Вт}\cdot\text{ч.}$$

Определим необходимое количество панелей. Необходимое энергопотребление в день составит  $3000/365 = 8,22$  кВт·ч.

$$N_{\text{панелей}} = \frac{8220}{990} = 8,3$$

Таким образом, нам понадобится 9 панелей. Средняя цена 1 панели составляет 292 \$. Затраты на установку панелей составят 2628 \$.

Кроме того нам понадобится солнечный инвертор для преобразования постоянного напряжения в переменное. Выберем гибридный солнечный инвертор SILA V 1000P, его стоимость составляет 250 \$. Так же для получения максимального к.п.д. необходимо использовать систему ориентации солнечных батарей. Используем солнечный трекер SDE3, стоимостью 320 \$.

Тариф на электроэнергию составляет 295 сум или 0,032 \$ за 1 кВт·ч. [4]. Годовая плата составит:

$$S_r = 0,032 \cdot 3000 = 97,35 \text{ $}$$

Срок службы панелей и солнечного трекера – 25 лет, инвертора – 5 лет. Рассчитаем при этом себестоимость получаемой от них энергии за 1 кВт·ч.

$$S_3 = \frac{2628 + 320}{25 \cdot 3000} + \frac{250}{5 \cdot 3000} = 0,056 \text{ $}$$

Даже если принять во внимание тот факт, что в летние месяцы выработка энергии гораздо больше, чтобы питание было бесперебойным, тре-

буется наличие аккумулятора или подключение к электрическим сетям, что еще более увеличивает себестоимость.

Приходим к выводу, что установка солнечных панелей в частных домах нерентабельна в настоящее время.

### Линии электропередач и распределения.

В Узбекистане более 230 000 км линий электропередач и распределения. В течение 2000–2017 гг. было построено около 1030 км новых линий электропередач. В среднем линиям около 30 лет. Табл. 1 и 2 показывают протяжённость и средний возраст линий электропередачи и распределения при разных уровнях напряжения.

Таблица 1

Линии электропередачи

Уровень напряжения, кВ	Протяжённость, км	Средний возраст, год
500	2257	28
220	6079	30
110	15 300	28

Таблица 2

Линии распределения энергии

Уровень напряжения, кВ	Протяжённость, км	Средний возраст, год
35	13 593	30
6 – 10	93 983	33
0.4	105 834	–

Потери электроэнергии в Узбекистане относительно высоки и оцениваются в 20 % от чистой выработки. Этот уровень почти в пять раз превышает уровень потерь в Германии. На рис. 4 показаны потери в Узбекистане по сравнению с его соседями, другими развивающимися и развитыми странами.

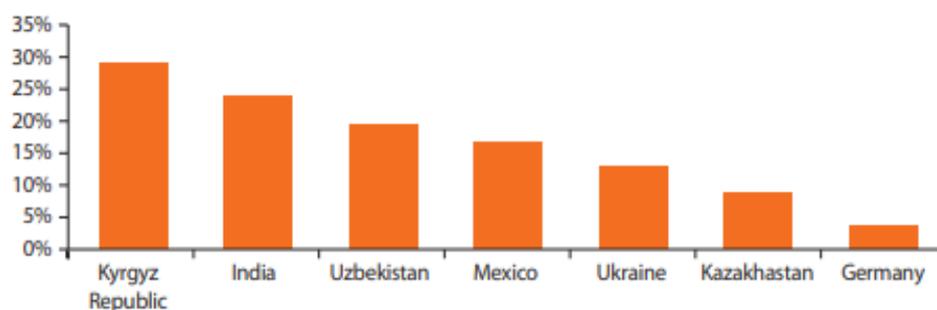


Рис. 4. Потери в энергетике Узбекистана

Несмотря на значительные инвестиции в восстановление и строительство новых линий, электросеть требует дополнительных вложений для удовлетворения растущего спроса и повышения надежности поставок электроэнергии.

На производство 1 кВт·ч электроэнергии расходуется примерно 450 сум (0,0495 \$) [4].

Исходя из этих данных, рассчитаем денежные убытки на потери в энергетике. При выработке 56,3 ГВт·ч в 2018 году, потери составляют 557370 \$.

Таким образом, Узбекистан нацелен повторить энергетическую реформу России, состоявшуюся в 2008 году. Произведена демонополизация отрасли, созданные компании отвечают непосредственно за каждый сектор производства, передачи и потребления. Привлекаются частные инвесторы, что способствует конкуренции, а, следовательно, и успешному развитию и модернизации энергетике.

### Список литературы

1. Альтернативные источники энергии: возможности использования в Узбекистане. Аналитический доклад ПРООН. Ташкент: Центр экономических исследований, 2011. – 73 с.

2. Глобальное сокращение сжигания попутного газа, «Расчетные объемы сжигания по спутниковым данным, 2006–2016 годы», 2017 г.

3. CAREC Power Sector Master Plan, ADB, Feb. 2017. 14. Assuming the incremental demand is met with new gas-fired plants.

4. Официальный сайт министерства энергетики Узбекистана <http://minenergy.uz/ru/lists/view/23>

5. Постановление Президента Республики Узбекистан О стратегии дальнейшего развития и реформирования электроэнергетической отрасли Республики Узбекистан от 27.03.2019 <http://uza.uz/ru/documents/o-strategii-dalneyshego-razvitiya-i-reformirovaniya-elektroe-27-03-2019>

6. Постановление Президента Республики Узбекистан О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017 – 2021 годы от 2017 г. <https://www.lex.uz/docs/3221897>

**Кисель А.И.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [arkis1333@mail.ru](mailto:arkis1333@mail.ru)

научный руководитель: Бутаков С.В, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

### ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

На данный момент проблема истощения запасов невозобновляемых ресурсов как никогда актуальна, и человечество все больше задумывается

о возможном переходе на возобновляемые источники энергии. Главной проблемой систем на таком виде ресурсов является то, что фотоэлектрические установки имеют очень маленький коэффициент полезного действия, а также дороги в производстве и эксплуатации. В данной статье приведен анализ работы фотоэлектрической системы с целью определения ее экономической эффективности. По итогам данного исследования можно будет судить об актуальности возобновляемых источников, а также предположить возможность окончательного перехода на такие системы в будущем на примере данной установки.

Фотоэлектрическая система, задействованная в исследовании состоит из элементов, представленных на рисунке (рис. 1): 6 солнечных фотоэлектрических модуля ExmorK ФСМ-200П 200 Вт 24 В Поли, которые соединены последовательно-параллельно (2 параллельные цепи по 3 последовательно соединенных модуля в каждой); MPPT-контроллер КЭС с функцией отслеживания точки максимальной мощности включающий в себя преобразователь DC/DCMPPT (C)mART; накопитель энергии на базе гелевых аккумуляторных батарей серии GST 12-100 SOLAR в количестве 8 штук; инвертор МАП HYBRID производство ООО «МикроАРТ»; программно-аппаратный комплекс «Малина-2» на базе микрокомпьютера и персонального компьютера.

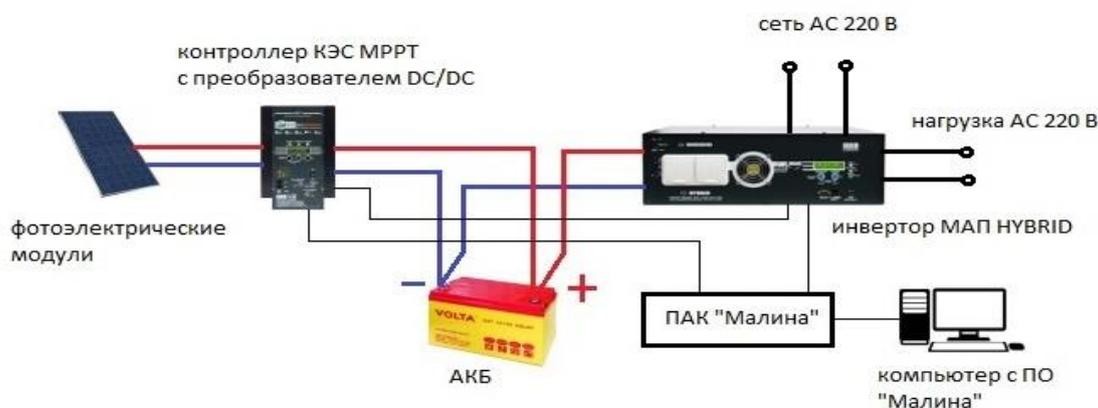


Рис. 1. Схема фотоэлектрической системы

Программно-аппаратный комплекс «Малина-2» на основе микрокомпьютера применяется для дистанционного мониторинга электросетей и управления инверторами, солнечными MPPT-контроллерами и аккумуляторами. Комплекс представляет собой автономный Web-сервер, построенный на базе микро-ПК с операционной системой Linux. Микро-ПК собирает данные с МАП и MPPT-контроллера, управляет режимными параметрами инвертора с персонального компьютера. С помощью данного программного обеспечения фиксировались для расчетов основные данные о состоянии и режимах работы солнечной электростанции, в частности, мощность, вырабатываемая солнечными панелями, состояние заряда и напряжение аккумуляторных батарей, потребляемая мощность, сетевая

мощность, вырабатываемая и потребляемая электроэнергия в течение дня или месяца [1].

Для определения полученной электроэнергии использовались площадь фотоэлектрических модулей и данные по поступлению солнечной радиации в пределах года с учетом на КПД установки, по которым был произведен расчет выработанной электроэнергии.

Таблица 1

Поступление солнечной энергии в г. Архангельск на принимающую поверхность, в зависимости от угла к горизонту и направленную на Юг, кВт ч/м<sup>2</sup> в месяц

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
январь	7	8	10	13	14	16	18	20	21	23
февраль	29	34	38	43	47	52	56	60	63	66
март	84	91	99	107	113	120	125	131	136	140
апрель	153	162	170	177	183	188	193	197	199	201
май	207	212	217	221	223	226	227	227	225	224
июнь	242	246	249	250	252	253	252	250	248	244
июль	234	239	242	246	248	249	249	249	247	244
август	165	171	176	181	184	187	189	190	189	189
сентябрь	83	89	95	100	104	108	112	114	116	118
октябрь	35	38	41	44	46	49	51	53	54	55
ноябрь	9	11	12	13	14	16	17	18	18	19
декабрь	3	3	3	3	5	5	6	6	6	6
всего	1251	1304	1352	1398	1433	1469	1495	1515	1522	1529
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
январь	24	25	26	27	27	27	29	29	29	
февраль	68	71	73	75	76	76	76	76	75	
март	142	145	147	149	149	149	147	146	144	
апрель	201	201	200	197	193	189	184	178	170	
май	221	216	211	206	198	191	182	173	163	
июнь	239	234	226	219	211	202	192	181	170	
июль	240	235	228	220	213	204	195	184	173	
август	187	184	181	177	171	166	159	152	144	
сентябрь	119	119	119	118	117	114	111	108	104	
октябрь	57	58	57	58	58	57	57	55	54	
ноябрь	19	20	20	21	21	21	21	21	21	
декабрь	7	7	7	7	7	7	8	8	8	
всего	1524	1515	1495	1474	1441	1403	1361	1311	1255	

Фотоэлектрические модули Exmork ФСМ-200П в количестве 6 штук имеют суммарную площадь принимающей поверхности 8,1 м<sup>2</sup>, расположены под углом 70 % к горизонту, КПД составляет 17,4 %. С учетом всех технических данных производим расчет полученной энергии в течение года:

$$E = 1441 \cdot 0,174 \cdot 8,1 = 2031 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Учитывая полученную за год энергию в размере 2031 кВт·ч и тариф на электроэнергию в городе Архангельске, который по данным гарантирующего поставщика ООО «ТГК-2 Энергосбыт» составляет 6,76 руб. за кВт·ч, произведем расчет средств, сэкономленных на данной установке путем частичного замещения стандартной электроэнергии энергией, преобразованной солнечными панелями. По результатам расчетов экономия составит 13729 руб.

Стоимость установки по каталожным данным составляет приблизительно сто пятьдесят тысяч рублей, экономия энергии в процессе работы системы – 13729 руб. Используя полученные в ходе исследования данные, можно определить экономическую эффективность системы, т.е. период окупаемости:

$$\text{Эф} = \frac{150000}{13729} = 11 \text{ лет.}$$

Анализ полученных данных показывает, что на данный момент экономическая эффективность фотоэлектрических систем очень мала из-за низкого КПД (в среднем около 15 %) и окупится лишь через 11 лет. Для сравнения ГЭС, КПД которых 92–95 %, вырабатывают огромное количество энергии из возобновляемого ресурса, а экономическая эффективность таких электростанций огромна. Если довести результативность фотоэлектрических систем хотя бы до половины уровня гидроэлектростанций с КПД близким к 40–50 %, а также размещать их в местах с самым большим поступлением суточной солнечной радиации, экономическая эффективность станет намного выше. Ресурсы планеты идут к своему истощению и системы на возобновляемых источниках энергии должны использоваться, изучаться и совершенствоваться, однако из-за экономической неэффективности разработка эксплуатация таких установок на данный момент не распространена и абсолютный переход на такие системы будет осуществляться длительное время и только при учете подъема КПД.

### Литература

1. Бутаков, С.В. Эффективность режимов работы фотоэлектрических модулей в условиях Арктической зоны / С.В. Бутаков, А.С. Червочков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 59–67. DOI: 10.14529/power180407.

**Клюкин В.К., Морозова М.В.**

студент Высшей инженерной школы

кандидат технических наук, доцент кафедры композиционных материалов и строительной экологии, m.morozova@narfu.ru

Научный руководитель: Морозова М.В., канд. техн. наук, доцент кафедры композиционных материалов и строительной экологии

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОПЛОТНОСТИ ПЕСКОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Известно, что горные породы (магматические, осадочные, метаморфические) обладают запасом свободной внутренней энергии, который определяется способом их образования [1]. Использование данного энергетического запаса может уменьшить работу, которую необходимо выполнить при технологической трансформации сырья в процессе производства строительных материалов (механическую дезинтеграцию сырья, разрушение кристаллических решеток минералов, синтез новообразований и пр.).

Чаще всего процесс обработки и подготовки сырья на основе горных пород сопровождается разрушением породы и кристаллической решётки. При этом происходит высвобождение внутренней энергии породообразующих минералов, что является главным энергетическим критерием, позволяющим ранжировать сырье для производства строительных материалов. Развитость поверхности материала, а значит и на ее энергетический потенциал значительно зависящей от степени дисперсности (раздробленности) исходного сырья или добавки [2]. Эффективность использования таких высокодисперсных добавок подтверждается рядом исследований. Так, в работах [2–3] показано, что введение в состав бетонной смеси добавок или частиц нано- и микроуровня, позволяет получить более высокую прочность и морозостойкость композита.

В настоящее время при создании нового материала большое внимание уделяется таким свойствам как дисперсность, поверхностная энергия и поверхностное натяжение, сродство структур, плотность и пр. Именно за счет этих параметров можно получить материал с улучшенными физико-механическими характеристиками [3].

Для оценки эффективности использования различных тонкодисперсных систем применяется критерий – активность поверхности [2, 4], который показывает долю запаса потенциальной энергии, перешедшей в поверхностную при дезинтеграции материала. Расчет этого параметра основывается на значениях свободной поверхностной энергии и энергии атомизации ( $E_a$ , кДж/моль).

Однако, в связи с тем, что минералы имеют различные по составу и сложности кристаллы, для сопоставления энергии атомизации корректнее будет использовать параметры удельной массовой и удельной объёмной энергиями атомизации. Последний представляет собой удельную объём-

ную концентрацию энергии химических связей вещества и может быть охарактеризован как энергетическая плотность (энергоплотность).

Поэтому целью данной работы является оценка максимальной величины потенциальной энергии, которая может переходить в поверхностную при дроблении песков разных месторождений с дальнейшей их классификацией по энергоплотности.

Для проведения исследований были выбраны наиболее востребованные пески: месторождения «Краснофлотский-Запад» (КЗ) и «Кеницы» (К) Архангельской области.

В ходе лабораторных исследований были определены основные параметры осадочных горных пород (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристик песков (ГОСТ 8735-88)

Месторождение песков	Модуль крупности, $M_k$	Истинная плотность, $\rho_n$ , г/см <sup>3</sup>
«КЗ»	1,7 (песок мелкий)	2,71
«К»	2,21 (песок средней крупности)	2,64

Энергетический запас горной породы оценивали по параметру энергии атомизации. Для этого необходимо было определить химический состав песков на портативном рентгенофлуоресцентном анализаторе «МетЭксперт» (табл. 2). На основании результатов данного анализа определили стандартные энтальпии образования выделенных химических элементов, соответствующие оксиды и стандартные теплоты образований соединений взятые по справочным данным [5–6].

Таблица 2

Состав образцов в пересчете на оксиды ( %) и энтальпии образования

Оксид	Песок месторождения		Энтальпии образования, $\Delta H_{298}$ , кДж/моль		Энергия атомизации оксидов, $E_a$ , кДж/моль
	«КЗ»	«К»	элемента	оксида	
SiO <sub>2</sub>	91,35	90,56	452,0	-910,94	1861,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,06	5,77	329,3	-1675,70	3081,90
MgO	0,74	0,48	147,1	-601,50	997,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,65	0,80	417,1	-822,00	2403,80
CaO	0,26	0,25	177,8	-635,10	1062,10
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,03	473,7	-943,90	1916,00
K <sub>2</sub> O	0,36	0,28	88,9	-362,00	789,00
SO <sub>3</sub>	0,02	0,04	277,0	-439,00	1463,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,05	316,3	-1507,20	3385,80
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,01	397,5	-1140,60	2683,20
Na <sub>2</sub> O	1,37	1,61	107,5	-414,84	879,04
MnO	0,02	0,02	284,5	-385,10	918,80
SrO	-	0,07	160,7	-590,50	1000,40
ZrO <sub>2</sub>	-	0,01	600,0	-1100,60	2199,00
O	-	-	249,2	-	-

На основании рассчитанных данных энергии атомизации оксидов и процентного содержания их в породе определили  $E_a$  для песков каждого месторождения. Вычисленные, на основании энергии атомизации и молярной массы оксида, удельная массовая и удельно объёмная энергия атомизация представлены в табл. 3.

Таблица 3

Энергетические параметры осадочных горных пород

Энергетический параметр	Песок месторождения	
	«КЗ»	«К»
Энергия атомизации, $E_a$ , кДж/моль	1899,53	1910,72
Удельная массовая энергия, $E_m$ , кДж/кг	$30,44 \cdot 10^3$	$30,41 \cdot 10^3$
Удельная объёмная энергия, $E_V$ , кДж/м <sup>3</sup>	$82,48 \cdot 10^6$	$80,28 \cdot 10^6$

На основании полученных данных установлено, что энергия атомизации у песков разных месторождений может иметь близкие значения за счет схожего химического состава.

Полученная удельная объёмная энергия атомизации позволяет охарактеризовать материалы по энергоплотности. На основе значений  $E_V$  все минералы и искусственные соединения по Зуеву В.В. разделяются на: сверхэнергоплотные  $E_V = 150 \dots 230$ , кДж/м<sup>3</sup>, весьма высокоэнергоплотные  $E_V = 90 \dots 150$ , кДж/м<sup>3</sup>, высокоэнергоплотные  $E_V = 30 \dots 90$ , кДж/м<sup>3</sup>, среднеэнергоплотные  $E_V = 10 \dots 30$ , кДж/м<sup>3</sup> и низкоэнергоплотные  $E_V = 1 \dots 10$ , кДж/м<sup>3</sup>.

На основании данной классификации рассмотренные пески можно использовать в качестве активной тонкодисперсной добавки на производстве, т.к. по величине энергоплотности они характеризуются как высокоэнергоплотные.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-31-27001 (Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-31-27001).

### Список литературы

1. Лесовик, В.С. Некоторые аспекты техногенного метасоматоза в строительном материаловедении / В.С. Лесовик, Е.В. Фомина, А.М. Айзенштадт / Строительные материалы. 2019. № 1–2. – С. 100–106
2. Строкова, В.В. Оценка активности наноструктурированных вяжущих термодинамическим методом / В.В. Строкова, А.М. Айзенштадт, М.Н. Сивальнева, В.А. Кобзев, В.В. Нелюбова / Строительные материалы. – 2015. – № 2. – С. 3–9.
3. Морозова, М.В. Применение сапонит-содержащего материала для получения морозостойких бетонов / М. В. Морозова, А. М. Айзенштадт, Т. А. Махова / Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 1. – С. 28–31

4. Вешнякова, Л.А. Поверхностная активность кремнесодержащих горных пород / Вешнякова Л.А., Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Тутыгин А.С. / Материаловедение. – 2016. – № 5. – С. 45–48

5. Binnewies, M. Thermochemical Data of Elements and Compounds / M. Binnewies, E.Milke. – Hannover, Germany: Wiley-VCH. – 2002. – 928 p.

6. Гурвич, Л.В. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочное издание: В 4-х т./ Л.В. Гурвич, И.В. Вейц, В.А. Медведев и др. – 3-е изд., перераб. и расширен. – Т. IV. Кн. 2. – М.: Наука. – 1982. – 560 с.

### **Кононова В.М.**

студент Высшей инженерной школы, [violen-kononova@yandex.ru](mailto:violen-kononova@yandex.ru)

Научный руководитель: Заборская О.М., старший преподаватель кафедры строительной механики и сопротивления материалов

## **ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

В современном строительстве широко используют различные светопрозрачные конструкции: оконные и дверные блоки, фасадные остекленные панели, витрины, витражи, фонари и многое другое. Тенденция применения подобных конструкций с конца прошлого века стремительно растет. Их применение не ограничивается функцией естественного освещения, устройство «остекленной оболочки» позволяет реализовывать с требуемыми свойствами различные архитектурные и конструкторские проекты. Множество гражданских и частных малоэтажных зданий, строящихся по принципам экологичности и энергоэффективности, увеличивают использование светопрозрачных конструкций с усложнением их модификаций.

В процессе эксплуатации оконные и дверные блоки подвергаются различным нагрузкам: климатические (ветровая нагрузка, атмосферные осадки, солнечная радиация, температурные перепады) и «конструктивные», обусловленные возникновением дополнительных напряжений, к примеру, при неправильном монтаже, регулировке створок и чрезмерному прижатию уплотняющего контура. Учет указанных воздействий является важным, так как это напрямую влияет на «нормальную» работу светопрозрачных конструкций, что, в свою очередь, определяет эффективность их применения. Так, тепловые потери через окна и балконные двери могут достигать до 50 % [1].

Профили из поливинилхлорида – самые распространенные на сегодняшний день на рынке, так как имеют такие преимущества, как химическая и биологическая стойкость, малый удельный вес и дешевизна. При этом профили из ПВХ обладают низкими физико-механическими свойствами: небольшим модулем упругости, низкой ударной вязкостью, малой жесткостью и высоким коэффициентом линейного температурного расширения. ПВХ относится к термопластам, это означает, что его структурная прочность будет непосредственно зависеть от воздействия температур. Системы из данного материала под действием градиента температур подвергаются серьезным деформациям, а с учетом показателя ударной вязкости, становятся хрупки при отрицательных температурах и наличии внешнего действия. Показатель морозостойкости повышают путем введения в состав пластификаторов. Для борьбы с прогибами и малой конструктивной жесткостью профили усиливают армирующим элементом, ухудшающим при этом теплофизические свойства. Данные характеристики следует учитывать при возможных максимальных размерах проектируемых оконных и дверных проемов, а также при монтаже данных конструкций.

Самой распространенной и серьезной проблемой оконных и дверных профилей ПВХ является их деформация [2, 3]. Причинами могут служить: неправильно подобранный, некачественный материал; армирование, не соответствующее нагрузкам; разница температур в системе объект-улица, выпадение конденсата на элементах конструкции; неверный монтаж и выполненные замеры.

Методика расчета на ветровую нагрузку регламентирована нормами [4]. В стандарте приведены расчетные схемы, показаны расчетные элементы и максимально допустимые деформации. За расчетные элементы принимаются металлические армирующие элементы и стеклопакеты. Максимально допустимая деформация профиля или стеклопакета –  $f = \frac{L}{300}$ , где  $L$  – рабочая длина профиля или большая сторона листа стекла. Кроме того, стеклопакеты согласно нормам [5, 6] должны рассчитываться на прочность и деформации не только от воздействия ветра, а также от градиента температур и давления.

Тепловые деформации оконных и дверных блоков из ПВХ профилей рассчитываются только в плоскости, перпендикулярной монтажным швам согласно [7]. Расчет тепловой деформации из плоскости оконного блока нормами не предусмотрен, хотя они могут достигать величин сопоставимых с деформацией от ветровой нагрузки. Результаты экспериментального определения тепловых деформаций импостов оконных блоков приведены в работах [8, 9, 10].

Определим деформацию ПВХ профиля от воздействия температуры с помощью методов строительной механики. Длину элемента примем 700 мм. Согласно [11] при использовании профилей белого цвета усилительные вкладыши допускается не устанавливать (кроме импостов) в детали изделий, длина которых менее 700 мм.

Расчетная схема – статически определяемая шарнирно закрепленная по концам балка, аналогично расчетной схеме при ветровой нагрузке [4, 2]. Для определения прогибов воспользуемся формулой [12]:

$$\Delta_t = \sum \alpha \frac{t_1 - t_2}{h} \omega_M + \sum \alpha \frac{t_1 + t_2}{2} \omega_N, \quad (1)$$

где  $\omega_M$ ,  $\omega_N$  – площади единичных эпюр изгибающих моментов и продольных сил;  $\alpha$  – коэффициент температурного расширения;  $t_1$ ,  $t_2$  – температура верхнего и нижнего волокна;  $h$  – высота поперечного сечения (толщина створки оконного блока).

Распределение температуры по высоте поперечного сечения принято прямолинейным. Как видно из формулы температурные перемещения для статически определяемых систем не зависят от момента инерции сечения.

В табл. 1 приведены результаты расчетов перемещений ПВХ профиля без армирования и с армирующим элементом, а также, для сравнения, деревянного и алюминиевого профилей с аналогичной шириной в зависимости от температурного градиента.

Таблица 1

Максимальные температурные перемещения

Материал элемента	Коэффициент температурного расширения, град <sup>-1</sup>	Высота сечения, мм	Максимальные перемещения, в зависимости от температурного режима «улица-помещение», мм		
			-40; +20 $\Delta t = 60$ °С	-20; +20 $\Delta t = 40$ °С	+10; +20 $\Delta t = 10$ °С
ПВХ-профиль без армирования	$7 \cdot 10^{-5}$	58	4,44	2,96	0,74
		76	3,38	2,26	0,56
Армирующий стальной элемент	$1,2 \cdot 10^{-5}$	33	1,34	0,89	0,22
		40	1,1	0,73	0,18
Алюминиевый профиль	$2,4 \cdot 10^{-5}$	58	1,46	0,97	0,24
		76	1,11	0,74	0,19
Деревянный профиль	$0,3 \cdot 10^{-5}$	58	0,19	0,13	0,03

Повышенная температура воздуха в сочетании с направленной солнечной радиацией также может привести к перепаду температур  $\Delta t = 40$  °С. Деформации будут такими же, как и при температуре наружного воздуха - 20 °С. При этом конструкция будет стремиться выгнуться наружу.

Очевидно, что менее жесткая профильная система из ПВХ без армирования подвергнется большим деформациям. При устройстве цельного армирования из стали, конструкция будет иметь большее сопротивление температурным воздействиям. Согласно [11] толщина стенок усилительных вкладышей должна быть не менее 1,2 мм, для усиления цветных и морозостойких профилей рекомендуется использовать усилительные вкладыши с толщиной стенок не менее 1,5 мм.

При расчете на ветровую нагрузку учитывается только жесткость армирующего элемента, без учета жесткости ПВХ профиля [4]. Рассмотрим совместную работу ПВХ профиля и армирующего элемента при температурном воздействии. Перемещения найдем с помощью ПК Scad (рис. 1).

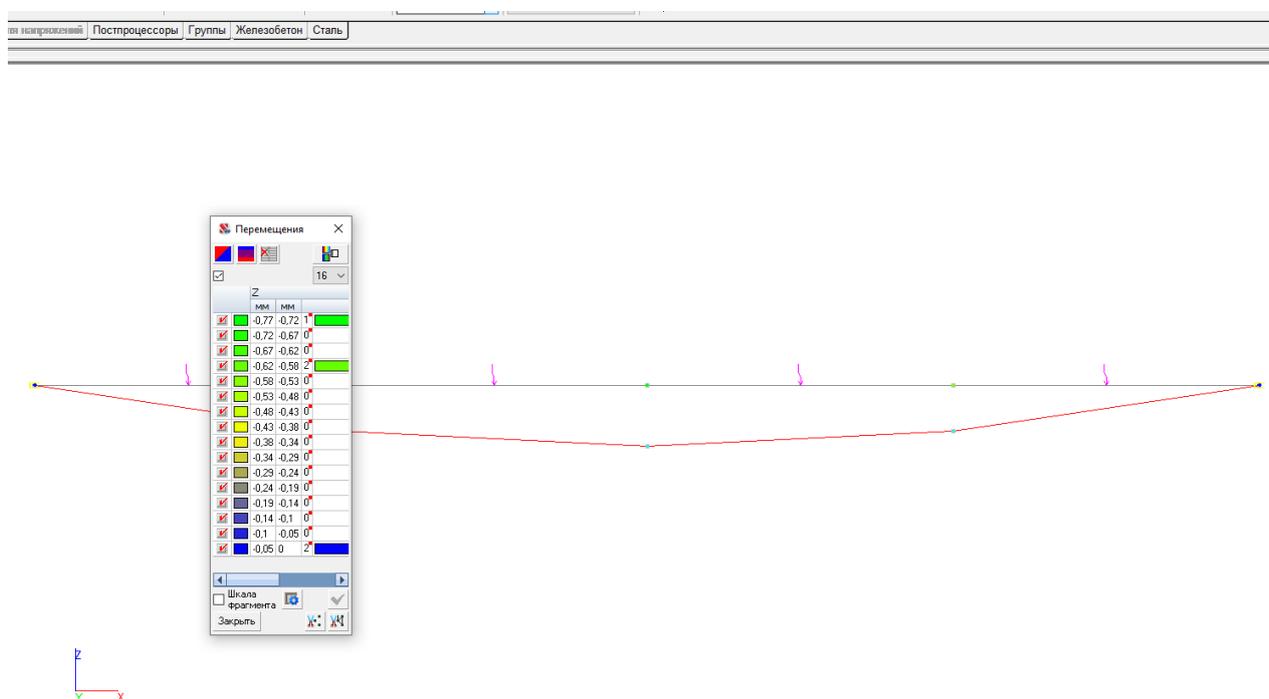


Рис. 1. Расчетная деформированная схема в ПК Scad

При совместной работе ПВХ профиля и армирующего элемента прогибы будут незначительно зависеть от моментов инерции сечений. Так, например, для ПВХ профиля шириной 76 мм при совместной работе с армирующим П-образным элементом шириной 40 мм и толщиной стенок 1,2 мм прогиб составит 0,77 мм. Если толщина полок 2,5 мм, то прогиб будет 0,75 мм.

Также следует учитывать распределение температуры по ширине профиля. Например, если на внешней поверхности профиля температура  $-20$ , а на внутренней  $+20$ , на поверхностях армирующего элемента температура составит примерно  $-10$  и  $+10$  соответственно (рис. 2). Температур-

ное перемещение в этом случае составит 0,44 мм. Погиб армированного профиля будет в 5 раз меньше не армированного.

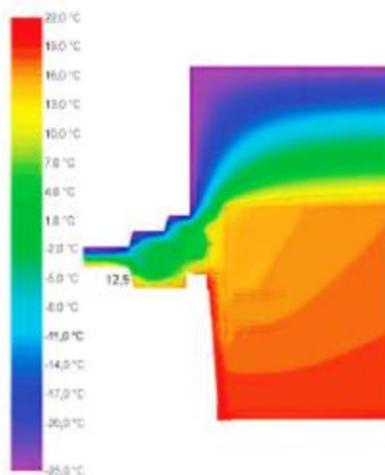


Рис. 2. Двухмерные температурные поля [4]

Кроме того, на величину прогиба будет влиять сила прижима створки к раме. Сила прижима зависит от величины зазора при установке и режима прижима в зависимости от положения цапф (летний, зимний, нейтральный). Если створка открывается вовнутрь помещения, при установке более сильного прижима, прогиб створки в сторону помещения увеличится. Между армирующим элементом и внутренними перегородками ПВХ профиля существует зазор около 1 мм. Он также будет влиять на совместную работу, позволяя ПВХ профилю изгибаться сильнее.

Как видно из расчетов при низких температурах могут происходить значительные деформации оконных и дверных блоков из ПВХ профилей, что может приводит к значительным теплопотерям.

Профили из ПВХ наиболее подвержены температурным деформациям. На их величину, при правильно выполненном монтаже, влияют: физико-механические характеристики материала; наличие, вид и схема закрепления армирующего элемента; градиент температур; распределение температуры по ширине створки; размеры и характеристики стеклопакета; расположение и количество петель и точек прижима. Учет всех факторов в аналитических или численных расчетах – сложная задача, требующая подтверждений лабораторных и натурных испытаний.

### Список литературы

1. Голованова Л.А., Ерошенко А.С. Особенности энергоэффективных светопрозрачных ограждающих конструкций // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». – 2014. – Т. 5, № 4. – С. 63–70.
2. Власенко Д. Почему коробит окна. Кто виноват и что делать? // Оконное производство. – 2008. – № 39. – С. 42–44.

3. И.В. Борискина, А. Плотников. На чем нельзя экономии производителю ПВХ профиля // Оконное производство. – 2007. – № 12. – С. 68–70.
4. ГОСТ Р 56926-2016. Конструкции оконные и балконные различного функционального назначения для жилых зданий. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016.
5. ГОСТ 24866-2014 Стеклопакеты клееные. Технические условия. ГОСТ 24866-99; введ. 2016-04-01. – М.: Стандартинформ, 2015.
6. DIN EN 14351-1-2016. Окна и двери. Стандарт на продукцию, эксплуатационные характеристики. Часть 1. Окна и наружные дверные блоки. Немецкая версия EN 14351-1:2006+A2:2016. – М.: Стандартинформ, 2016.
7. ГОСТ 30971-2012 Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014.
8. Константинов А.П., Верховский А.А. Влияние отрицательных температур на теплотехнические характеристики оконных блоков из ПВХ профилей // Строительство и реконструкция. – 2019. – № 3(83). С. 72–82.
9. Шеховцев А.В. Воздухопроницаемость оконного блока из ПВХ профилей при действии отрицательных температур // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3. – С. 263–269.
10. Елдашов Ю.А., Сесюнин С.Г., Ковров В.Н. Экспериментальное исследование типовых оконных блоков на геометрическую стабильность и приведённое сопротивление теплопередаче от действия тепловых нагрузок // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3. С. 146–149.
11. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2001.
12. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник. 12-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 656 с.

### **Кононова В.М.**

студент Высшей инженерной школы, [violen-kononova@yandex.ru](mailto:violen-kononova@yandex.ru)

Научный руководитель: Никитина Т.А., старший преподаватель кафедры инженерных конструкций, архитектуры и графики

## **ЭКОЛОГИЧНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

В настоящее время проблема экологии занимает первое место в списке глобальных проблем планеты, так как затрагивает интересы каждого человека и напрямую определяет его будущее. С ростом промышленности, торговли и индустриализации общества, усиливалось потребительское отношение к окружающей среде и природным ресурсам. Развитие экономики и капитализм выходили на ведущие позиции в сознании человека, вместе с тем, определяя природу как самозалечивающийся организм, любое действие в адрес которого не имело бы серьезных последствий. Подобное опрометчивое поведение складывалось на протяжении

длительного времени и привело к ряду многочисленных и быстроразвивающихся экологических проблем. Лишь во второй половине прошлого века впервые появились концепции и течения, затрагивающие охрану окружающей среды и борьбу с негативными на нее воздействиями. К этому времени влияние человечества на природу стремительно приближалось к пиковой точке, которая была достигнута в 21 веке. На данный момент результатом такого «сотрудничества» являются следующие экологическими проблемы: глобальное потепление, загрязнение всех сред обитания, истощение природных ресурсов, истощение биоразнообразия и разрушение озонового слоя.

Урбанистические тенденции (большая концентрация населения, перегруженная транспортная сеть и застраиваемые с высокими темпами кварталы с требуемым объемом строительных материалов) привнесли немалый вклад в ухудшение состояния экологии: увеличение выбросов CO<sub>2</sub>, производство труднорастворимых, энергозатратных материалов, а также отсутствие повторного их использования в новом строительстве, что повлекло создание значительного количества мусора. С современным уровнем застройки, а также с ежегодно возрастающими потребностями людей, острым является вопрос нехватки электроэнергии. Так, сегодня происходит с учетом сложившихся особенностей постепенная смена традиционного строительства экологичным.

Экологичное строительство ставит перед собой целью снижение воздействия объектов на окружающую среду с момента строительства до демонтажа здания. Это достигается путем проектирования энергоэффективных зданий, производством экологически чистых и зеленых материалов, их дальнейшей переработкой, а также применением новых технологий.

Целью данной статьи является анализ основных методов экологичного строительства, их оценка и тенденция развития.

**Энергоэффективность.** Данная концепция строительства объектов, со сниженным до 90 % энергопотреблением, набирает популярность с начала 2000-х годов. Результатами являются снижение затрат на электрообеспечение и отопление, а также, при использовании альтернативных источников энергии, полная автоматизация здания. Для обеспечения энергоэффективности, максимально уменьшаются тепловые потери через ограждающие конструкции, оконные и дверные проемы, конструкции пола 1 этажа, кровли, а также вентиляцию.

Важным считается качественное утепление здания, выбор утеплителя назначается с учетом требуемых теплофизических, механических и гигиенических свойств. На сегодняшний день наиболее распространены различные виды минеральной ваты, эковата, пенополистирол и пенополиуретан.

В качестве оконных заполнений следует использовать низкоэмиссионные стеклопакеты с инертными газами и различными покрытиями (золото), отражающими тепловое излучение, во избежание нагревания помещения. При этом для экономии электроэнергии окна необходимо размещать на южном и юго-западном фасадах для обеспечения полного естественного освещения.

Снижение потерь тепла через вентиляцию нивелируется при устройстве теплообменников, рекуперлирующих тепло выходящего воздуха. Благодаря этому, достигается качество воздуха в помещениях, в том числе влажности. Существуют интересные примеры применения отвода воздуха через оконные ограждающие конструкции, тем самым регулируя их характеристики.

В большинстве проектов, базирующихся на данной концепции, используются альтернативные источники энергии: в основном солнечная радиация, ветровая и геотермальная энергии. За счет этого, здание может как частично, так и полностью быть автономным, существенно уменьшая нагрузку на региональные сети.

На протяжении 20 лет принципы энергоэффективности активно используются при реконструкциях зданий и сооружений, а также при строительстве новых объектов. Также они приняты на законодательном уровне в странах Европы и РФ, что показывает развитие во все последующие десятилетия.

**Система «интеллектуальный дом».** Данная система, известная, как «умный или интеллектуальный дом» в современном мире крайне развита и необходима с точки зрения и энергоэффективности, и обеспечения безопасности.

Система создана для подключения ко всем электроприборам и другим системам: пожарной, вентиляционной и видеонаблюдения, и их регулирования. Она включает в себя датчики, реагирующие на изменение параметров микроклимата помещений. С ее помощью автоматически определяются наличие и количество человек, температура и содержание углекислого газа для требуемой вентиляции, предусмотрено автоматическое регулирование освещения.

Использование данного продукта создает комфортные и «здоровые» условия проживания и существования людей, помогая при этом экономить на электричестве и отоплении. На территории РФ полнофункциональная система только набирает популярность, при этом широкое распространение имеет в странах северной Европы и Азии.

**Материалы.** Строительство из всеми привычных традиционных и прочных материалов (бетон, сталь и др.), на производство которых требуется значительный объем сырья и энергозатрат, в настоящее время, по возможности заменяют альтернативой – возведением зданий из более без-

опасных материалов с точки зрения экологии. Бетон, самый распространенный материал, из которого созданы 75 % всех существующих объектов, используется при строительстве ограждающих конструкций стен, каркасов, несущих элементов, а также при устройстве фундаментов и полов. При производстве бетона выделяется углекислый газ, который усугубляет экологическую обстановку, связанную с нагреванием планеты изнутри. Так, проектировщики пытаются снизить использование бетона, применяя безопасные материалы, среди которых выделяют две группы: экологически чистые и зеленые.

Понятия экологически чистых и зеленых материалов несут схожий смысл. Зеленые материалы подразумевают полное исключение их воздействия на окружающую среду и здоровье человека, начиная с момента производства и заканчивая утилизацией. Это включает минимальные затраты на электроэнергию, выбросы газов при транспортировке материалов до объектов, а также биоразлагаемость и возобновляемость. В то время как экологически чистые материалы при отсутствии негативного влияния на человека и природу в процессе эксплуатации, при их производстве, обработке или транспортировке имеют энергоемкие затраты и выбросы загрязняющих веществ.

Производители активно используют для создания зеленых материалов природные ресурсы, при этом иногда улучшая их физико-механические свойства и атмосферостойкость. К таким материалам относятся: солома, спрессованная земля, бамбук, древесина, мицелий, целлюлоза, хлопок, камыш и др.

Соломенные спрессованные блоки используются при строительстве каркасных и бескаркасных зданий в качестве заполнителя или несущих стен. Преимуществами являются хорошие показатели тепло- и звукоизоляции, малый вес, дешевизна и низкие трудозатраты. При этом требуется соблюдение правил пожарной безопасности, заштукатуривая блоки с обеих сторон, и использование сухого сырья, во избежание быстрого загнивания материала.

Возведение здания из спрессованной земли набирает популярность, так как данный материал полностью экологичен, возобновляем и может повторно использоваться. Он обладает такими положительными характеристиками, как пожарная безопасность, низкие тепло- и звукопроводность, повышающаяся со временем прочность (от 15 до 100 – 120 кг/см<sup>2</sup>), а также устойчивость к воздействию термитов. Наилучшим является грунт, в котором содержание песка, гравия и щебня варьируется от 50 до 70 %. К особенностям данного строительства можно отнести обязательную гидроизоляцию и энергозатратную трамбовку при укладке стен.

Бамбук – современный перспективный материал, который применяют на протяжении тысячи лет. Это экологичный, быстрорастущий мате-

риал, сочетающий в себе высокие прочностные показатели и малый вес. Благодаря этому используется при строительстве каркасов малоэтажных зданий, а также их облицовке. Объекты, возводимые из данного материала, не требуют больших трудозатрат и времени, поэтому бамбук распространен при восстановлении зданий после стихийных бедствий в труднодоступных районах.

Биокомпозиты на основе мицелия и древесной стружки (соломы) с 2014 года находят применение в архитектуре зданий и объектов благоустройства территорий. Материал прочен и полностью экологичен, изготавливается различной формы. Он ускоряет разложение других материалов, что делает его одним из самых перспективных. Ярким примером служит 12-метровая башня в стиле Ну-Гi из грибных кирпичей в Нью-Йорке (архитектор Дэвид Бэньямин). Разрабатываются проекты на создание подобия ДСП, где грибные волокна выполняли бы функцию полимерного клея.

Эковата, современный теплоизолирующий материал, включает в себя отходы, содержащие целлюлозу. Эковата обладает экологичностью, паропроницаемостью, негигроскопичностью, а также при особой обработке – пожаро- и влагостойкостью. По характеристикам превосходит почти все известные утеплители. Недостатком является дорогостоящее использование, включающее сложное оборудование и подбор высококвалифицированного персонала.

Ученые с каждым годом открывают инновационные экологически чистые материалы. Широкое применение в строительстве нашли: древесина, а также композиты на ее основе – арболит, и на основе конопли и бамбука – костробетон и бамбукобетон соответственно.

Арболит изобрели в 1930-х годах и использовали в малоэтажном строительстве ввиду большого количества отходов целлюлозно-бумажного производства и относительной дешевизны материала. Композит состоит из древесной щепы и цемента, обладает такими достоинствами, как хорошие теплофизические характеристики, жаростойкость, биостойкость, морозоустойчивость. Прочностные показатели ограничивают возведение зданий высотой не более 3-х этажей. В последнее время спрос на арболит возрос, что определило его перспективное развитие.

Костробетон является разновидностью арболита, при этом, в качестве органического заполнителя используются конопляные волокна – костра. Материал обладает схожими свойствами, а также с учетом легкой обработки активно применяется при строительстве во Франции, Германии, Австралии и Украине.

Альтернативу железобетону на данный момент составляет бамбукобетон. При производстве такого композитного материала, в качестве армирующего элемента применяется бамбук. Важными составляющими

для арматуры, присутствующими у бамбука являются: высокие прочностные показатели (прочность на растяжение до 120 МПа), а также благодаря наростам, увеличенное сцепление с раствором.

Другим развивающимся направлением в материаловедении является переработка материалов и применение их в новом строительстве с улучшением свойств конструкций.

На данный момент проходят испытания по композиту, где в качестве крупного заполнителя используются раздробленные бетонные конструкции определенной фракции. Это позволит в дальнейшем сократить объемы не только строительного мусора, образующегося от демонтажа здания, но и природных ископаемых.

Другим подобным исследованием в данной области является повторное использование пластика, который добавляется также в виде заполнителя в бетон. Данный материал позволит уменьшить количество неиспользуемых трудноразлагаемых отходов, а также существенно снизить вес конструкций.

Феррок – пример инновационного материала, в производстве которого используют отходы металлургической промышленности – стальную пыль. Образующийся таким образом строительный материал в пять раз прочнее портландцемента и имеет уникальное свойство своеобразной углеродной губки, позволяющее задерживать парниковый газ, благодаря чему обеспечивается нейтральное воздействие на окружающую среду.

**Новые технологии.** В современном европейском строительстве растет тенденция использования морских контейнеров. К достоинствам их применения можно отнести дешевизну постройки, ее герметичность и скорость возведения, при этом могут быть велики затраты на транспортировку, антикоррозийную обработку и создание качественной теплоизоляции.

Применение вышеперечисленных методов в совокупности определяет экологичное строительство как зеленое. В основе зеленого и экологичного строительства, заложены общие принципы устойчивого развития: благоприятные здоровые условия жизнедеятельности человека, снижение негативного влияния на окружающую среду, а также учёт интересов будущих поколений.

В настоящее время концепция «разумного отношения к природе и ее защиты» прогрессируют и внедряются высокими темпами в том числе в строительство. Существует сертификация объектов по системам LEED и BREEAM с присвоением статуса «зеленого здания». Так, по последним данным, в России порядка 100 зданий прошли сертификацию, в основном это офисы, жилые и производственно-складские помещения, расположенные преимущественно в Москве, например: головной офис Siemens, бизнес-центр «lighthouse». В РФ подобная процедура дорогостоящая, но с развитием этих систем ожидается их общедоступность.

## Список литературы

1. Домик из грибов // Forumhouse.ru URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/5565-domik-iz-gribov> (дата обращения: 19.03.2020);
2. 11 «зеленых» строительных материалов, которые намного лучше, чем бетон // Topsweet.ru URL: <http://topsweet.ru/11-zelenyh-stroitelnyh-materialov-kotorye-namno-go-luchshe-chem-beton/> (дата обращения: 19.03.2020);
3. Технология строительства из утрамбованной земли // Zen.yandex.ru URL: [https://zen.yandex.ru/media/str\\_rus/tehnologiia-stroitelstva-iz-utrambovannoi-zemli-5c86391a88aa7c00b39f1905](https://zen.yandex.ru/media/str_rus/tehnologiia-stroitelstva-iz-utrambovannoi-zemli-5c86391a88aa7c00b39f1905) (дата обращения: 19.03.2020);
4. Ferrock: строительный материал будущего? // Berlogos.ru URL: <http://www.berlogos.ru/news/ferrock-stroitelnyy-material-budushchego/> (дата обращения: 19.03.2020).

**Копалкина А.Г., Гагарин И.А.**

магистрант Высшей инженерной школы, [usaninalina@yandex.ru](mailto:usaninalina@yandex.ru),

студент Высшей инженерной школы,

Научный руководитель: Данилов В.Е., канд. техн. наук, доцент кафедры композиционных материалов и строительной экологии

### ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ

**Аннотация:** В статье методом потенциометрии с помощью ионоселективных электродов с рСа и рСl функциями исследовано влияние концентрации ионов кальция и хлора на прочностные характеристики мелкозернистого бетона в процессе его выдержки в жидких агрессивных средах. Показано, что в течении 12 суток испытания из образцов бетона экстрагировалось 0,91 моль/л ионов кальция. Представлены результаты по определению предела прочности бетонных образцов после воздействия агрессивной среды.

*Ключевые слова:* бетон, коррозия, агрессивная среда, раствор соляной кислоты.

В настоящее время при возведении зданий, сооружений, различных бетонных конструкций важной задачей является прогнозирование долговечности железобетонных и бетонных конструкций. Традиционно оценку эксплуатационной долговечности данного мелкозернистого бетона производят по прочностным показателям, морозостойкости, влагопроницаемости и пр., не учитывая при этом стойкость материала к агрессивным воздействиям внешней среды и его структурные особенности. Одной из причин снижения прочности бетона является коррозионный процесс, протекающий при контакте бетона с агрессивной средой.

Согласно классификации профессора В.М. Москвина выделяется коррозия трех видов. Коррозия бетона первого (I) вида это разложение со-

ставляющих цементного камня водой, а также растворение и вымывание (выщелачивание) образовавшегося при этом или ранее имевшегося гидроксида кальция, в результате чего снижается предел прочности. При коррозии бетона второго (II) вида образуются легкорастворимые соли в результате взаимодействия составляющих цементного камня с веществами, находящимися в окружающей среде, а также вымываются эти соли. Коррозия бетона третьего (III) вида проявляется в образовании в цементном камне (под влиянием проникающих в него веществ) соединений, имеющих больший объем, чем исходные продукты реакции, что приводит к внутренним напряжениям и образованию трещин в бетоне [1]. Анализ коррозионных процессов, вывод математических зависимостей между прочностью бетона и составом различных агрессивных сред позволит рассчитывать долговечность бетонных конструкций. Поэтому целью данной работы является оценка влияния жидких агрессивных сред на эксплуатационные характеристики бетона.

Для проведения эксперимента изготавливали образцы мелкозернистого бетона размерами  $20 \times 20 \times 20$  мм [2]. Образцы формовали с водоцементным отношением В/Ц = 0,5:

– в качестве вяжущего применяли портландцемент 500-Д0-Н, фирмы «Unis», добавки в цементе отсутствуют;

– в качестве заполнителя для изготовления образцов мелкозернистого бетона использовали кварцосодержащий полиминеральный речной песок месторождения «Краснофлотский-Запад» с модулем крупности  $M_k = 1,93$ .

После набора прочности бетонных образцов в течении 28 суток в естественных условиях, помещали их в емкости (по 2 шт. в каждую), наполненные 100 мл раствора соляной кислоты HCl концентрацией 0,01 % ( $pH \approx 2$ ). С периодичностью в 1 сутки отбирались пробы для количественного анализа ионов кальция и хлора в жидкой среде. Для проведения испытания применяли анализатор жидкости Эксперт-001-3, ионоселективный электрод ХС-Cl-001 и кальций селективный электрод ХС-Ca-001, которые использовали совместно с электродом сравнения ЭСр 10101.

Для осуществления измерений концентрации ионов кальция и хлора первоначально электроды калибровались.

При калибровке кальций-селективного электрода ХС-Ca-001 строили калибровочный график, используя 5 буферных растворов хлорида кальция с концентрациями от  $10^{-1}$  моль/л до  $10^{-5}$  моль/л. График зависимости потенциала электрода от концентрации ионов кальция приведен на рис. 1. При калибровке ионоселективного электрода ХС-Cl-001, использовали 5 стандартных растворов хлорида натрия с концентрациями от  $10^{-1}$  моль/л до  $10^{-5}$  моль/л. График зависимости потенциала электрода от концентрации ионов хлора приведен на рис. 2.

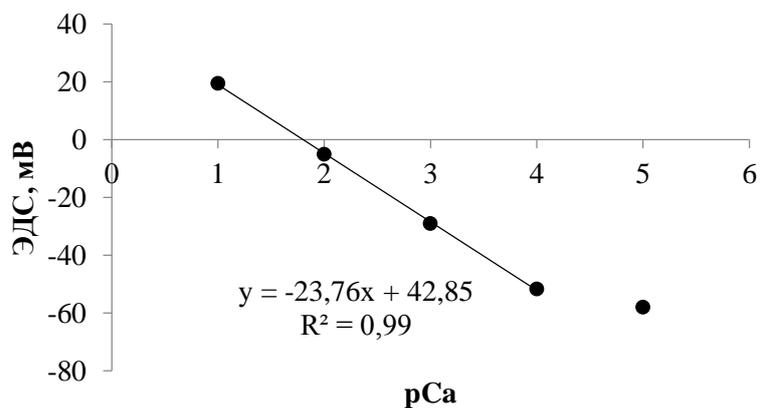


Рис. 1. График зависимости ЭДС от концентрации ионов кальция

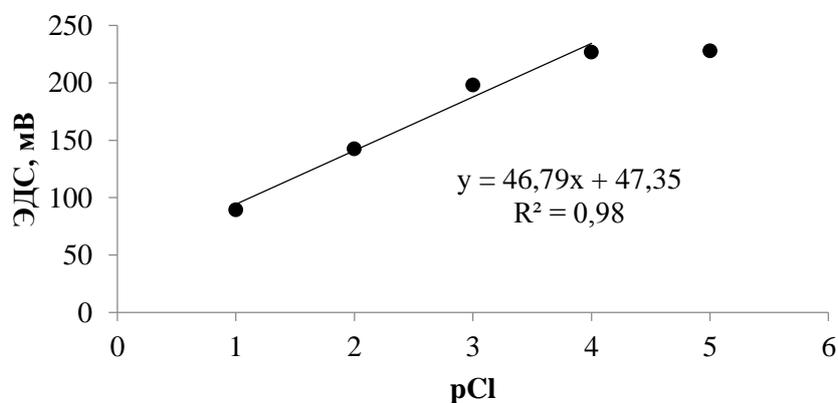


Рис. 2. График зависимости ЭДС от концентрации ионов хлора

После калибровки электродов проводили испытания по определению концентрации ионов кальция и хлора в жидкой агрессивной среде. Данные по изменению концентрации ионов кальция в растворе соляной кислоты представлены на рис. 3.

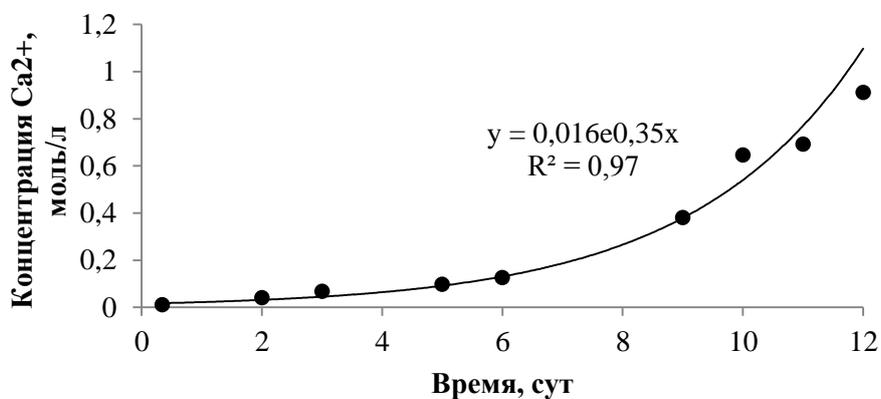


Рис. 3. Концентрация ионов кальция в 0,01 % растворе соляной кислоты

Данные по изменению концентрации ионов хлора в растворе представлены на рис. 4.

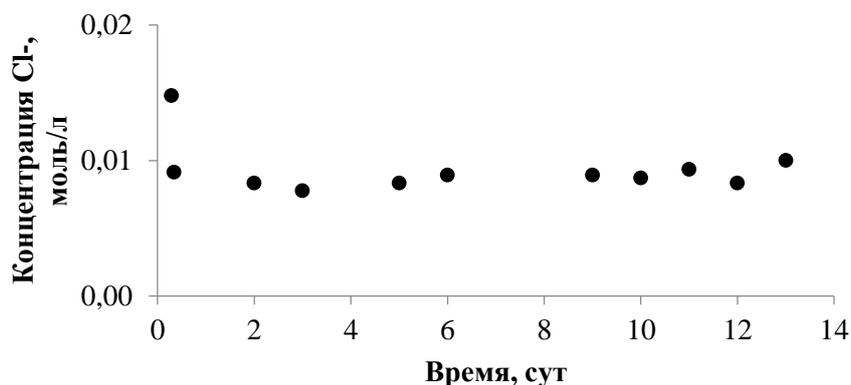


Рис. 4. Концентрация ионов хлора в 0,01 % растворе соляной кислоты

Испытания прекратили после достижения равновесия концентрации ионов кальция и хлора в растворе с бетонными образцами. Равновесие достигается вследствие затрудненности проникновения агрессивной среды вглубь цементного камня [1, 3].

В ходе испытаний на дне емкостей с бетонными образцами в растворе соляной кислоты HCl образовался белый хлопьевидный осадок. Возникновение осадка в реакционной среде по нашему мнению связано с достижением предела растворимости образующегося в реакционной среде хлорида кальция. По завершению испытаний спустя 13 суток рН раствора повысился до 6.

Обломки образцов после испытаний, помещали в емкости, наполненные 100 мл воды. Содержимое емкости перемешивали, после чего определяли рН водной среды. В результате получали следующие значения:

- рН=10 в тех емкостях, где находились обломки контрольных образцов бетона (до воздействия агрессивной среды),
- рН=8 в тех емкостях, где находились обломки образцов бетона после воздействия агрессивной среды.

Данный факт может свидетельствовать о том, что в реакционной среде соляная кислота была нейтрализована выделяющимися из бетона ионами кальция.

В заключении можно сделать вывод, что метод потенциометрии с применением ионоселективных электродов может быть рекомендован для контроля за ходом процесса коррозии бетона. Установлено, что ионы кальция активно вымываются в процессе выдержки мелкозернистого бетона в агрессивной среде – концентрация ионов кальция в результате испытаний в течении 12 дней увеличилась на 0,91 моль/л, количество ионов хлора уменьшилось в 1,63 раза за первый час испытаний и оставалось

практически постоянным (0,0091 моль/л) в последующее время, и поэтому не оказывало существенного влияния на снижение прочности бетонных образцов.

### Список литературы

1. Караваев И.В. Влияние жидких хлоридсодержащих сред на эксплуатационные характеристики гидрофобизированного бетона и стеклокомпозитной арматуры. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2019 г. – с. 20.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона [Текст]: учеб. пособ. / Баженов Ю.М.; Издательство Ассоциация строительных вузов: Москва, 2003. – 500 с.
3. Селяев В.П., Неверов В.А., Селяев П.В., Сорокин Е.В., Юдин О.А. Прогнозирование долговечности железобетонных конструкций с учетом сульфатной коррозии бетона / Magazine of Civil Engineering, 2014г., № 1 – С. 41–50.

### Копина В.О.

студент Высшей инженерной школы, valentinebelikova@yandex.ru

Научный руководитель: Чельшева Т.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры лесопромышленных производств и обработки материалов

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ УЛК

Целью статьи является выявление дефектов в лесозаготовительном производстве Группы компаний «УЛК» и разработка рекомендаций по их устранению.

Основными задачами статьи являются:

1. Мероприятия по выявлению дефектов;
2. Количественная характеристика дефектов;
3. Использование принципа Парето для выявления наиболее подавляющего числа дефектов;
4. Возможные действия по их устранению.

Существует большое количество лесозаготовительных предприятий, одним из таких предприятий является Группа компаний «УЛК».

В Группу компаний «УЛК» входят предприятия, которые занимаются заготовкой, переработкой древесины, утилизацией отходов лесопиления и лесовосстановлением.

В 2011 году Группа компаний реализовала свой первый приоритетный инвестиционный проект в области освоения лесов, в который было

вложено не менее 4 млрд. руб. На территории, где был лес, с нуля было организовано масштабное новейшее производство мирового уровня [1].

Заготовка древесины проводится в четырех леспромхозах: Устьянский, Плесецкий, Пинежский и Виноградовский. Общим объемом заготовки – 4 млн. м<sup>3</sup>.

Лесопереработка осуществляется на четырех предприятиях: Устьянский лесопромышленный комплекс с объемом переработки 1,5 млн. м<sup>3</sup> в год, Пестовский лесопромышленный комплекс – 600 тыс. м<sup>3</sup> в год, Вельский лесопромышленный комплекс – 600 тыс. м<sup>3</sup> в год, Пинежский лесопромышленный комплекс.

Группа компаний «УЛК» является ответственным работодателем и налогоплательщиком, организатором ряда социальных проектов, направленных на улучшения благосостояния жителей Устьянского района и Архангельской области.

Все эти огромные достижения были достигнуты за счёт профессионализма сотрудников, совместных усилий всех, кто трудится на благо Устьянского края [2].

Даже у такой быстроразвивающейся компании присутствуют дефекты на производстве. Рассмотрим дефекты, встречающиеся при лесозаготовке на предприятии Группа компаний «УЛК», и проведем их анализ.

В первую очередь определяются потери, которые могут появиться на предприятии из-за ряда различных причин (брак, сорт древесины, расходы на контроль качества и т.д.). С помощью принципа Парето последовательно получают информацию, где целесообразнее всего принимать необходимые меры.

Принцип Парето может быть сформулирован так: подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь (около 80 %) возникает из-за относительно небольшого числа причин (20 %) [3].

На практике для выявления причин важных дефектов может быть успешно использована диаграмма Парето. С ее использованием, сосредоточив усилия на повышении уровня качества лесопродукции на немногочисленных, но существенно важных дефектах, и, уменьшив усилия по устранению других, часто более многочисленных дефектов, но не играющих значительной роли в повышении уровня качества, можно достичь результатов в управлении качеством продукции [4].

Построим диаграмму Парето по полученным результатам функционирования УЛК и определим, на устранение каких дефектов лесопромышленное предприятие должно сосредоточить основные усилия в области управления качеством продукции (табл. 1).

Диаграмма Парето представлена на рис. 1.

Таблица 1

## Исходные данные для построения диаграммы Парето

Дефект обработки, отмеченный при валке, обрезке сучьев, трелевке и раскряжевке хлыстов с использованием комплекта машин харвестер+форвардер	Количество отмеченных дефектов, шт.	Накопленное количество дефектов, шт.	Накопленный процент анализируемых дефектов в их общем количестве, %
1. Не полностью обрезанные сучья	32	32	6,61
2. Сколы, отщепы, трещины при валке дерева	25	57	11,78
3. Повреждения грейферным захватом пакетировочно-трелёвочной машины	50	107	22,11
4. Загрязнение почвой	217	324	66,94
5. Оставление пней, превышающих предельно допустимые размеры	80	404	83,47
6. Вырывы, задиры	35	439	90,70
7. Зарубы, запилы	40	479	98,97
8. Прочие дефекты обработки	5	484	100,00

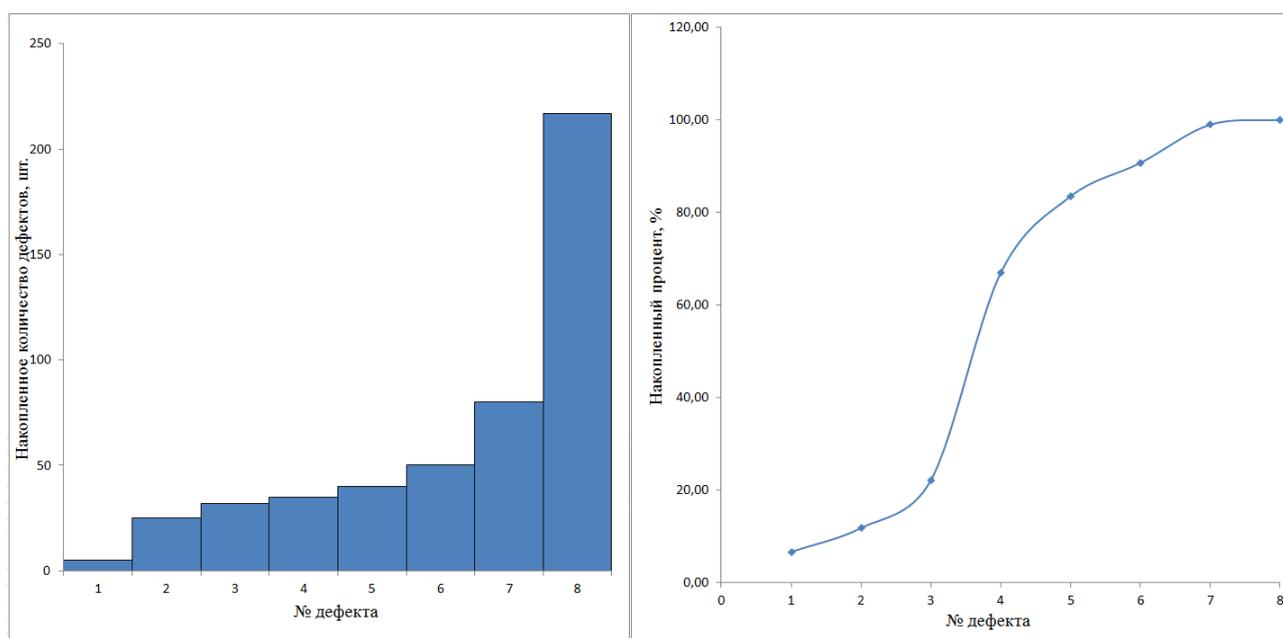


Рис. 1. Диаграмма Парето при анализе дефектов обработки лесоматериалов с использованием комплекта машин «харвестер+форвардер»

По анализу построенной диаграммы можно сделать вывод о том, что наиболее значительными дефектами, на устранение которых должно сконцентрироваться лесопромышленное предприятие, являются: загрязнение почвой, оставление пней, превышающих предельно допустимые размеры, вырывы, задиры, зарубы, запилы, прочие дефекты обработки. Именно этот ряд дефектов при проведенном анализе приведенных данных

составляет порядка 80 % от числа всех дефектов обработки сортиментов комплектом машин харвестер+форвардер.

По принципу Парето указанные дефекты вызваны небольшим количеством причин (20 %), предотвратив которые можно достичь высоких результатов в повышении качества продукции лесосечных работ.

Прочие учитываемые при решении задачи дефекты не имеют такой существенной роли в улучшении уровня качества и на исходных этапах могут быть исключены из дальнейшего анализа.

Рекомендуемыми мерами по устранению дефектов на лесозаготовительном производстве могут стать: повышение квалификации операторов харвестера и форвардера; своевременная заточка инструмента; установка дополнительного освещения; максимальное использование зимнего периода для заготовки древесины.

### Список литературы

1. Группа компаний «УЛК». [Электронный ресурс] – <http://ulkust.ru/>
2. Группа компаний «УЛК». [Электронный ресурс] [https://ulkust.tiu.ru/about\\_us](https://ulkust.tiu.ru/about_us)
3. Управление качеством продукции лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств: учебное пособие / К.П.Рукомойников.– Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 140 с.
4. Чубинский А.Н., Батырева И.М., Русаков Д.С. Основы управления качеством. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» (профиль «Технология деревообработки») СПб.: СПбГЛТУ, 2018 – 90 с.

**Копырин С.Д., Вахлова А.Г.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, [sergei.kopyrin@yandex.ru](mailto:sergei.kopyrin@yandex.ru),  
[n.vahlova@yandex.ru](mailto:n.vahlova@yandex.ru)

Научный руководитель: Козак О.А., канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники

### **ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ДЛЯ ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ**

Из-за увеличения потребностей людей и объемов производства нарастает проблема экономии ресурсов. Грамотный расход энергии способствовал бы не только их сохранению, но и улучшению экологической ситуации в стране. Защита окружающей среды от негативных воздействий также является одной из самых важных характеристик. Для снижения нерационального использования энергетических ресурсов Правительством

РФ начали формироваться принципы и механизмы государственной политики в области энергосбережения. 23 ноября 2009 года был принят новый Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Согласно закону об энергосбережении проведение энергетического обследования является добровольным для организаций с участием государства или муниципального образования. Эти организации обязаны ежегодно подавать энергетические декларации [1].

В данной работе рассматривается возможность проведения, а также выбор наиболее приоритетных энергосберегающих мероприятий в здании общеобразовательной школы г. Архангельска.

Здание было построено в 1970 году. Представляет собой четырехэтажное здание. В здании находятся учебные кабинеты, столовая, а также ряд административных помещений. Техническое описание и износ основных конструктивных элементов здания представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1

Техническое описание и износ конструктивных элементов.

Наименование конструктивного элемента	Описание конструктивного элемента	Износ конструктивного элемента, %
Фундамент	Железобетонный ростверк по железобетонным сваям	45
Стены	Силикатный кирпич	40
Крыша	Шиферная по деревянным конструкциям	35
Полы	Линолеумные, дощатые, плиточные	40
Перекрытия	Железобетонные	35
Проемы оконные	Двойные деревянные, стеклопакеты	45
Проемы дверные	Филенчатые	

Холодная вода поступает в краны потребителей напрямую из водопровода по средствам внутреннего трубопроводного транспорта. Горячая вода подготавливается посредством установленного водоподогревателя в тепловом пункте. Системы отопления присоединены к системе теплоснабжения по зависимой схеме через элеватор. Схема подключения горячего водоснабжения двухступенчатая последовательная, установлено по 4 секции на каждую ступень. присутствует регулятор температуры горячей воды. Система отопления представлена чугунными радиаторами М-140, и частично, биметаллическими алюминиевыми радиаторами. Система двухтрубная вертикальная с нижним розливом.

Коэффициенты теплопроводности ограждающих конструкций можно узнать из технического паспорта школы и отчета о проведении энергоаудита. Данные представим в табл. 2 [2].

Материалы ограждающих конструкций.

Ограждающая конструкция	Материал	Толщина слоя, $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{°C}}$	Состояние конструкции
Наружная стена	Силикатный кирпич	0,77	0,75	Состояние удовлетворительное, обнаружено выветривание растворов из швов, многочисленные трещины и сколы кирпичей
	Штукатурка на сложном растворе	0,02	0,75	
Чердачное перекрытие	Железобетонная плита	0,22	1,95	Состояние перекрытия удовлетворительное
	Рубероид	0,04	0,15	
	Минераловатный утеплитель	0,1	0,05	
	Битумная мастика	0,05	0,27	
Подвальное перекрытие	Железобетонная плита	0,22	1,95	Состояние перекрытия удовлетворительное
	Засыпки из шунгизита	0,15	0,16	
	Деревянный настил	0,1	0,16	
	Напольное покрытие линолеум и плитка	0,005	0,38	

Расчётное (требуемое) и фактическое термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяем по следующей формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (1)$$

где  $\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{°C}}$ ; для перекрытий (для стен  $\alpha_{\text{н}} = 23$ ; для чердачных перекрытий  $\alpha_{\text{н}} = 12$ ; для перекрытий над подвалами  $\alpha_{\text{н}} = 6$ ;  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{°C}}$  ( $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ );  $\delta_1$  – толщина отдельных слоев ограждающей конструкции, м;  $\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности слоев ограждающей конструкции,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{°C}}$  [3].

Для города Архангельска принимаем следующие температуры по нормам проектирования соответствующих зданий:

Расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{\text{в}} = 19 \text{ °C}$ .

Расчетная температура наружного воздуха  $t_{\text{н}} = -33 \text{ °C}$ .

Средняя температура за отопительный период  $t_{\text{оп}} = -4,5 \text{ °C}$ .

Количество дней отопительного периода  $z_{\text{оп}} = 250$  суток [4].

Требуемое сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{тр}}$ ,  $\frac{\text{м}^2\cdot\text{°C}}{\text{Вт}}$ :

$$R_o^{тр} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n}{\Delta t^H \cdot \alpha_B} \quad (2)$$

где  $t^H$  – температурный перепад между температурой внутренней воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С (для стен  $\Delta t^H = 4$ ; для чердачных перекрытий  $\Delta t^H = 3$ ; для перекрытий над подвалами  $\Delta t^H = 2$ );  $n$  – коэффициент, учитывающий характер омывания ограждения наружным воздухом (для стен  $n = 1$ ; для чердачных перекрытий  $n = 0,9$ ; для перекрытий над подвалами  $n = 0,6$ ) [3].

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С · сут:

$$ГСОП = (t_B - t_{оп}) \cdot z_{оп} \quad (3)$$

Для общеобразовательных школ приведенное значение общего термического сопротивления теплопередаче для наружных стен  $R_{пр}, \frac{м^2 \cdot °С}{Вт}$ :

$$R_{пр} = 1,4 + 0,00035 \cdot ГСОП \quad (4)$$

для чердачных и подвальных перекрытий  $R_{пр}, \frac{м^2 \cdot °С}{Вт}$  :

$$R_{пр} = 1,9 + 0,00045 \cdot ГСОП \quad (5)$$

Сравнивая требуемое и приведенное сопротивление теплопередаче, в качестве расчетного принимаем большее значение [5].

Результаты расчетов сводим в табл. 3.

Таблица 3

Результаты вычислений расчетного и фактического сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

Ограждающие конструкции	Сопротивление теплопередаче, $\frac{м^2 \cdot °С}{Вт}$	
	Расчётное	Фактическое
Наружные стены	3,46	1,21
Чердачное перекрытие	4,54	2,76
Перекрытие над подвалом	4,54	1,97

Исходя из расчетов, ограждающие конструкции не удовлетворяют требованиям нормативного термического сопротивления. Для доведения термического сопротивления ограждающих конструкций до требуемого рекомендуется произвести утепление пенополиуретаном (ППУ) наружных стен, надподвального и чердачного перекрытия. ППУ имеет целый ряд преимуществ перед другими теплоизоляционными материалами: экологичен и не вредит здоровью человека, не горюч, обладает высокой адгезией и долговечен (срок эксплуатации – 50 лет). Благодаря однородному, бесшовному слою пенополиуретана исключаются возможные щели и стыки, сквозь которые будут идти теплотери.

Предварительная толщина утеплителя:

$$\delta_{ут} = \left[ R_o^p - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \cdot \lambda_{ут} \quad (6)$$

где  $\lambda_{ут}$  – коэффициент теплопроводности пенополиуретана,  $\frac{Вт}{м \cdot °С}$ ,  $\lambda_{ут} = 0,05$  [3].

Принимаем толщину утеплителя: для стен 0,12 м, для чердачного перекрытия 0,1 м, для перекрытия над подвалом 0,13 м.

Фактическое сопротивление теплопередаче с учетом утеплителя определяем по формуле (1), полученные данные сводим в табл. 4.

Таблица 4

Результаты вычислений фактического сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции с учетом утеплителя

Ограждающие конструкции	Сопротивление теплопередаче, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wt}$		
	Требуемое	Фактическое без утеплителя	Фактическое с утеплителем
Наружные стены	3,46	1,21	3,57
Чердачное перекрытие	4,54	2,76	4,76
Перекрытие над подвалом	4,54	1,97	4,57

Как видно из расчетов, после утепления наружных стен, чердачных и подвальных перекрытий фактическое сопротивление теплопередаче достигло расчётных (требуемых) значений, увеличившись более чем в два раза. Утепление чердачных перекрытий здания является приоритетным мероприятием, так как большая часть теплоты уходит через них и не требует больших экономических и монтажных затрат.

Помимо данного рекомендуемого мероприятия по энергосбережению школы целесообразно было бы провести еще ряд малозатратных технических мероприятий, таких как замена приборов учета потребления электрической энергии для уменьшения погрешности измерений; установка смесителей с аэрацией, которые позволят сократить потребление воды без потери напора; установка теплоотражателей за приборами отопления, с целью «просвечивания» приборов отопления через наружные стены; замена дверей главного и запасных выходов на металлические утепленные для снижения инфильтрации наружного воздуха и увеличения термического сопротивления дверей. Еще одним из важных рекомендуемых мероприятий, которое необходимо выполнить, является установка автоматизированного теплового пункта с заменой элеватора на насос на перемычке или пластинчатый теплообменник [1].

#### Список литературы

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция от 16.01.2020).
2. Технический паспорт здания.
3. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000г. – 368с.
4. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология» Дата введения 2019-05-29.
5. СП.50.13330.2018. Тепловая защита зданий. Дата введения 2019-06-15.

**Королёва П.В.**

студент Высшей энергетики нефти и газа, [polina.korolyowa@mail.ru](mailto:polina.korolyowa@mail.ru)

Научный руководитель: Любов В.К., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплоэнергетики и теплотехники

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД**

**Аннотация:** В результате очистки сточных вод образуются большие объёмы некондиционных осадков, которые необходимо утилизировать. Энергетическое использование осадка сточных вод является целесообразным методом, который может уменьшить пагубное воздействие на окружающую среду и добиться энергоэффективности.

**Ключевые слова:** Осадок сточных вод, топливо, окружающая среда.

**Abstract:** As a result of wastewater treatment, large volumes of substandard precipitation are formed, which must be disposed of. The energy use of sewage sludge is an expedient method that can reduce the harmful effects on the environment and achieve energy efficiency.

**Key words:** sewage sludge, fuel, environment.

Назревшей проблемой нашего времени является защита окружающей среды от загрязнений, расширение возможностей систем рециркуляции и повторного использования воды, а также разработка ресурсосберегающих и безотходных технологий.

В условиях городской агломерации бытовые отходы и производственная деятельность людей образуют отходы в виде сточных вод, которые необходимо утилизировать.

Отсутствие эффективного и экономически обоснованного метода утилизации сточных вод влечет за собой ущерб окружающей среде. В настоящее время существует необходимость поиска альтернативных источников энергии, которые могут представлять собой осадки сточных вод. Использование энергии осадка сточных вод может решить экологические и энергетические проблемы.

В данной статье мы анализируем энергопотребление осадка сточных вод на АО «АЦБК», где ежедневное образование осадка составляет около 600 тонн, что требует больших площадей для его размещения, которых у предприятия нет.

Чтобы реализовать использование осадка сточных вод, сначала необходимо провести хотя бы его частичное обезвоживание. На АО «АЦБК» осадки образуются при первичной механической очистке сточных вод и очистке сточных вод активным илом. Осадок обычно сгущается перед обезвоживанием на фильтр-прессе, шнек-прессе или вакуумном фильтре.

Благодаря модернизации системы обезвоживания осадка сточных вод, проведенной в 2015 году, завод ощутимо сократил количество образовавшегося осадка сточных вод, уменьшив его влажность с 80 % до 72 %, и, начиная с 2016 года осадок сточных вод на АО «АЦБК» полностью сжигается в котлах с кипящим слоем.

Осадок сточных вод может стать основой для нового функционального продукта, а именно, топлива. Органическая часть твердого и жидкого топлива состоит из большого количества сложных химических соединений, состоящих из пяти химических элементов: углерода, водорода, серы, кислорода и азота [2].

Осадок сточных вод – это топливо, которое трудно сжигать и которое сильно балластируется влагой и минеральными примесями. Состав осадка (табл. 1), представляющего собой органико-минеральное вещество, соответствует требованиям к составу органического компонента топлива. Для повышения эффективности топлива, полученного из осадка, необходимо повысить его теплотворную способность, что требует использования добавок, поэтому на АО «АЦБК» осадок сточных вод сжигается вместе с древесными отходами (табл. 2), что приводит к энергоэффективности использования топливной смеси (КПД 87 %).

Таблица 1

Расчётный состав осадка сточных вод на АО «АЦБК»

$W_t^r$ , %	$A^r$ , %	$S_{o+p}^r$ , %	$C^r$ , %	$H^r$ , %	$N^r$ , %	$O^r$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_i^r$ , Дж/кг
64	4,32	0,02	18,25	2,16	0,22	11,03	61	5606

Таблица 2

Расчётный состав древесных отходов на АО «АЦБК»

$W_t^r$ , %	$A^r$ , %	$S_{o+p}^r$ , %	$C^r$ , %	$H^r$ , %	$N^r$ , %	$O^r$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_i^r$ , Дж/кг
56	0,15	0	22,37	2,65	0,30	18,53	81	6894

Таблица 3

Расчётный состав топливной смеси на АО «АЦБК»

$W_t^r$ , %	$A^r$ , %	$S_{o+p}^r$ , %	$C^r$ , %	$H^r$ , %	$N^r$ , %	$O^r$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_i^r$ , Дж/кг
57,6	0,98	0	21,55	2,55	0,28	17,03	77,0	6636

Основные проблемы и затраты, связанные с использованием осадка сточных вод, связаны с его обезвоживанием и дальнейшей переработкой отходов. Для обеспечения соответствия экологическим стандартам необходимо использовать дорогостоящие очистные сооружения. Очистка дымовых газов, содержащих токсичные соединения, осуществляется с помощью системы фильтрации, и полученная зола может быть повторно использована, например, в дорожном строительстве. Наибольший эффект от осадка достигается при комплексном использовании в качестве топливно-энергетического сырья и строительных материалов [1].

Энергетическое использование осадка сточных вод на ОАО «АЦБК» является экологически и экономически оправданным. Ежегодно АО «АЦБК» экономит около 1,5 млн руб. на отсутствии захоронения отходов. За пять лет экономия составила около 6,6 млн руб.

Осадок сточных вод является возобновляемым и доступным источником энергии, который открывает большие возможности для чистой промышленности.

### Список литературы

1. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. пособие / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М., 2006. – 704 с.
2. Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

#### **Кострушина М.А.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, kostrushina98@mail.ru,  
Научный руководитель: Платоненков С.В., старший преподаватель кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА**

В современном мире метеорология занимает одну из особо значимых сфер в жизни человека. Исследования в области метеорологии позволяют ему определять и прогнозировать изменение погодных условий. Например, экипаж воздушных и морских судов, опираясь на полученные данные о климатическом состоянии назначенного рейса, подтверждает или корректирует по необходимости проложенный маршрут.

В последние десятилетия Арктику называют «кухней погоды» – изучение погоды начинается с сурового региона. Специальные места, позволяющие собирать климатическую информацию, называются метеорологическими станциями. Данные организации несут большую ответственность за достоверность предоставляемых данных с метеорологических приборов.

На сегодняшний день в России существует около 50 расположенных вдалеке от крупных населенных пунктов метеорологических станций, одной из которых является Белый Нос [1]. Гидрометеорологическая станция 2-го разряда расположена на берегу Баренцева моря у входа в пролив Югорский Шар. Штат состоит из четырех человек: начальник, два техника – метеоролога и механик. Основные метеорологические данные – направление и скорость ветра, температура воздуха и почвы, влажность, атмосферное давление и многие другие показатели – регистрируются в климатическом журнале и передаются на главную станцию. Удаленность от других населенных пунктов создает ряд проблем, с которыми приходится

ежедневно сталкиваться сотрудникам. Доставка продовольствия, новой техники и годового запаса топлива осуществляется всего раз в год с помощью морского сообщения. Суровые климатические условия не только в зимний период, но и в другое время года заставляют тщательно следить за обеспечением работоспособности всей энергосистемы станции. При непредвиденной поломке генератора вся система энергоснабжения станции прекратит свою работу: исчезнет свет, отключится отопление, метеорологические приборы прекратят осуществлять мониторинг. Во избежание чрезвычайных ситуаций было решено провести модернизацию гидрометеорологической станции Белый Нос.

Система электроснабжения предназначена для питания потребителей электроэнергией переменным трехфазным током напряжением 220 В частотой 50 Гц. На метеорологической станции расположены три дизель генератора (ДГ) мощностью 30кВт, которые вырабатывают энергию попеременно: в течение 10 дней работает один генератор в то время, как остальные находятся на техническом обслуживании механиком, который так же переключает их по истечении времени работы. Вырабатываемая энергия поступает на нагрузку станции, условно разделенную на несколько групп: бытовые (1), измерительные (2) и вычислительные приборы (3). Структурная схема энергетической системы метеорологической станции представлена на рис. 1.

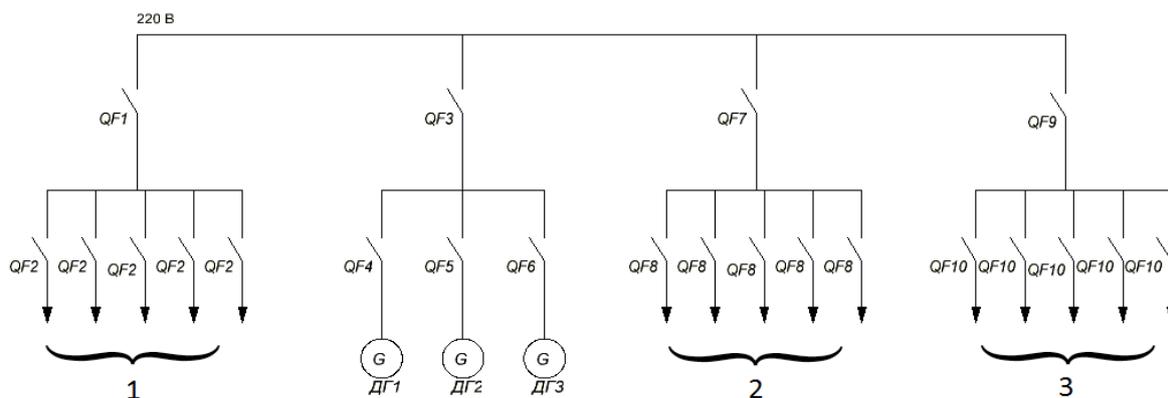


Рис. 1. Структурная электрическая схема энергосистемы станции

Параллельная работа дизель генераторов ДГ1, ДГ2 и ДГ3 обеспечивается включением генераторных выключателей QF4, QF5 и QF6. Схемой предусматривается отдельная и кратковременная совместная работа дизель генераторов. Выключатель QF3 отвечает за подключение генераторов к сети и последующей передаче электроэнергии через группы выключателей QF2, QF8 и QF10 к трем группам потребителей. Выключатели QF1, QF7 и QF9 осуществляют подключение каждого вида потребителей к сети.

Суточное наблюдение метеорологических показателей проводится за 8 контрольных сроков: 00:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 [2].

После каждого проведения контрольных измерений полученные данные обрабатываются компьютером и другими техническими средствами. Кроме того, на станции установлен новый жилой модуль с отдельной душевой комнатой, комнатами отдыха, кухонной и рабочей зоной. Основываясь на анализе времени работы потребителей, график суточного потребления электроэнергии станцией является крайне нестабильным. Во время полярной ночи потребление энергии значительно увеличивается за счет постоянной работы осветительных и бытовых приборов. Такое расположение в условиях Крайнего Севера дополнительно увеличивает нагрузку на подстанцию.

Кроме того, нагрузка дизель генератора постоянно меняется из-за неравномерного подключения разных видов потребителей. Оптимальным значением считается интервал от 75 до 90 % от мощности самого дизель генератора, график зависимости которого представлен на рис. 2 [3]. Частое изменение величины нагрузки негативно влияют на его срок службы.

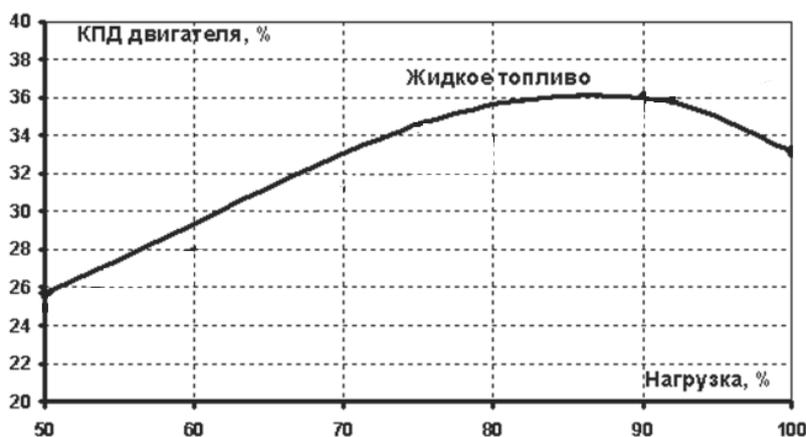


Рис. 2. Зависимость КПД генератора от нагрузки

Совокупность всех факторов требует модернизации существующей системы электроснабжения с сохранением основных компонентов станции. Внедрение новых технологий должно быть максимально простым в эксплуатации и техническом обслуживании из-за труднодоступного расположения метеостанции.

Необходимость обеспечения надежности потребителей и должного функционирования оборудования способна обеспечить интеллектуальная система энергоснабжения. Ее особенностью является подключение аккумулятора в сеть для последующего запаса энергии и его расхода по требованию. Подключение аккумуляторной батареи позволяет оптимизировать работу системы:

– критическая нагрузка распределяется между дизель генератором и аккумулятором,

– при нарушении работы генератора АКБ становится главным звеном энергосистемы, обеспечивающим непрерывную подачу электроэнергии ко всем группам нагрузки,

– уменьшается интервал варьирования нагрузки на дизель генератор.

Внедрение интеллектуальной системы энергоснабжения обусловлено рядом преимуществ:

– снижение уровня использования топливных и энергетических ресурсов метеостанции,

– увеличение срока службы дизель генератора,

– обеспечение надежности работы потребителей в оптимальном режиме нагрузки,

– упрощенное управление режимами энергопотребления.

Структурная схема модернизированной системы энергообеспечения метеорологической станции представлена на рис. 3.

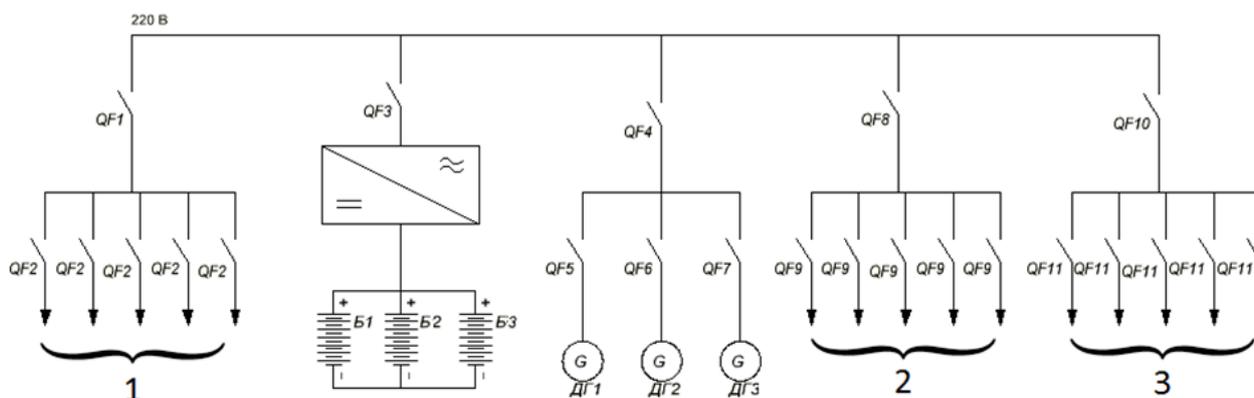


Рис. 3. Функциональная схема модернизированной энергосистемы

Генераторы ДГ1, ДГ2 и ДГ3 осуществляют зарядку аккумуляторных батарей Б1, Б2 и Б3 через инвертор, который преобразует переменный ток в постоянный с изменением величины напряжения. При возникновении дефицита на дизель генераторе система хранения электроэнергии выдает энергию на нагрузку в необходимом количестве. В данной схеме аккумуляторные батареи применяются в качестве резервного источника питания в двух случаях:

1. нагрузка генератора не достигает или превышает оптимальный режим работы,

2. неисправность дизель генератора.

В качестве накопителя заряда на метеорологической станции выбрана литий-железо-фосфатная аккумуляторная батарея (АКБ), которая работает в режиме «заряд-разряд».

Данный тип батареи обладает длительным циклом заряда/разряда и большим сроком эксплуатации, не требует технического обслуживания,

обладает малой чувствительностью к температуре и почти полным отсутствием эффекта памяти. Литий-железо-фосфатные аккумуляторы превосходят другие типы аккумуляторных батарей в безопасности эксплуатации, надежности и производительности [4].

При оптимальном значении нагрузки на дизель генератор аккумуляторная батарея находится в режиме зарядки. Как только нагрузка превышает оптимальный интервал, она начинает работу, распределяя нагрузку на дизель генератор. Таким образом, срок службы генератора значительно увеличивается.

Во избежание перезаряда и повреждения ячеек литий-железо-фосфатные аккумуляторы оснащаются системой управления батареей (BMS). Электронная плата, устанавливаемая на аккумуляторную батарею, осуществляет контроль над ее корректной работой и вывод данных на экран: обеспечение полного заряда/разряда, защита по температуре, току и напряжению.

К одной из функций BMS системы относится балансировка аккумуляторных ячеек, которая происходит путем выравнивания напряжения на отдельных последовательно подключенных элементах батареи. Различие напряжений в отдельных аккумуляторных банках приводит к разрушительным процессам, что в последствии негативно отражается на емкости аккумулятора.

Система управления батареей следит за безопасностью подключения и отключения нагрузки к аккумулятору. При выходе одного из рабочих параметров за пределы допустимого значения BMS система отключает аккумуляторную батарею от нагрузки или источника питания [4].

Добавление датчиков уровня жидкости к каждому дизель генератору делает модернизированную систему полностью автоматической. До тех пор, пока уровень жидкости не достигнет минимального значения, генератор работает в стабильном режиме, передавая энергию потребителям и аккумулятору. В свою очередь, АКБ переходит в режим разряда в момент выхода нагрузки из оптимального интервала, таким образом разделяя ее с генератором. В случае, когда уровень жидкости достигает предельно низкого значения, происходит смена работы одного генератора с другим.

При критической нагрузке дизель генератор потребляет большое количество топлива, что является одной из причин снижения КПД. Уменьшение варьирования значения нагрузки достигается путем внедрения аккумуляторной батареи в энергосистему станции, что повышает эффективность дизель генератора. Аккумулятор позволяет распределить нагрузку, поддерживая ее уровень в допустимых пределах. Использование аккумуляторной батареи увеличивает срок службы дизель генератора и всей энергосистемы в целом, позволяет экономить запасы топлива и уменьшает необходимость в техническом обслуживании. Экономические расходы на

аккумуляторные батареи окупаются в течение нескольких лет благодаря снижению уровня потребления энергоснабжения, который варьируется от 10 до 30 % в зависимости от конкретного времени. Таким образом, модернизация системы энергоснабжения метеорологической станции не только обеспечивает эффективную и стабильную работу оборудования, но и улучшает условия жизни сотрудников.

### Список литературы

1. Полярная станция «Белый нос» [Электронный ресурс]. URL: <https://wikimaria.org/24579999/ru/Полярная-станция-Белый-нос>(дата обращения: 18.03.2020)
2. Работа на труднодоступной северной метеостанции [Электронный ресурс]. URL: <https://litnet.com/ru/blogs/post/77438> (дата обращения: 22.03.2020)
3. Замечания по работе аккумуляторов в генераторно-аккумуляторной системе [Электронный ресурс] // Ваш солнечный дом [сайт]. [2020]. URL: <https://www.solarhome.ru/basics/autonom/battery-for-genset.htm> (дата обращения 23.03.2020)
4. Система управления батареи (BMS) [Электронный ресурс] // Технолайн: [сайт]. [2020]. URL: <https://e-solarpower.ru/faq/sistema-upravleniya-batarei-bms/> (дата обращения: 19.03.2020)

**Кочуков В.А., Леонов А.С., Носарева М.А.**

студент высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [victorkochukow90@gmail.com](mailto:victorkochukow90@gmail.com)

студент высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [alex.thunder@tut.by](mailto:alex.thunder@tut.by)

студент высшей школы психологии, педагогики и физической культуры, [margono-sareva@yandex.ru](mailto:margono-sareva@yandex.ru)

Научные руководители: Деменкова Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий; Сунцов С.А., специальный педагог «Коррекционного центра «Азимут»; Фролович В.В., старший преподаватель кафедры физической культуры

### РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ, НАПРАВЛЕННОЙ НА БЫТОВУЮ АДАПТАЦИЮ ДЕТЕЙ С РАС

**Введение.** Понимание речи отрывает человека от конкретного, предметного мира и погружает его в мир значений и смыслов. Это, так называемый, второй мир. Мир, свойственный только человеку. Слово удваивает мир, позволяет оперировать предметами даже в их отсутствии.

В онтогенезе речь импрессивная (понимание речи) опережает в развитии экспрессивную (моторную) речь. Младенец сначала начинает понимать, что говорят взрослые, прежде чем самому предпринять попытки к произнесению слов [2].

Отсутствие понимания речи является распространённым маркером детского аутизма [6]. Часто ребёнок не понимает обращённую к нему речь даже на бытовом уровне. Усугубляется ситуация функциональной незрелостью корковых центров префронтальных отделов коры головного мозга ответственных как за управление и контроль поведением, так и за мотивацию, побуждение к какому-либо действию, в контексте рассматриваемой проблемы, к общению [1, 3, 4, 5].

Формирование номинативной функции речи производится педагогами с использованием стимульного материала, картинок с изображением необходимых для обучения предметов. Часто стимульный материал остаётся неизменным на протяжении долгого времени затрудняя генерализацию навыка у ребёнка.

**Основная часть.** Было предложено решение, с помощью которого картинки для обучения могут изменяться в зависимости от необходимости педагогического процесса.

Интерфейс компьютерной программы спроектирован с учётом трудностей обучения детей с аутизмом.

Начальное окно программы содержит все настройки, требуемые для проведения занятия с ребёнком с РАС, такие, как операции с профилями, выбор уровня обучения и его описание, выбор и описание стимула и прочее.

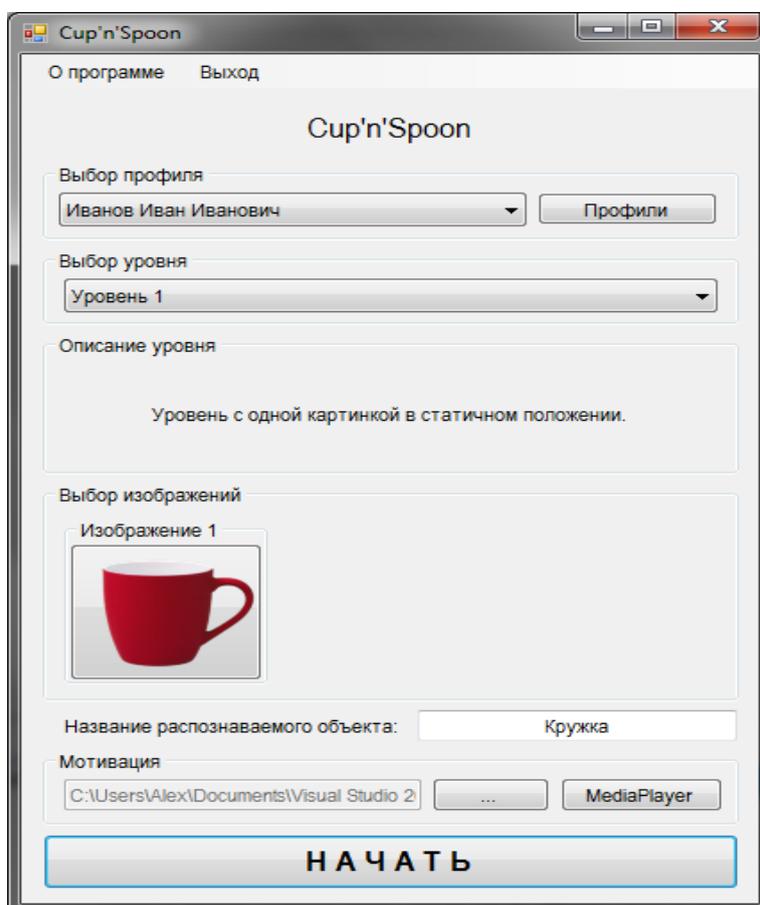


Рис. 1. Начальное окно программы

В верхней части окна находится выбор профиля. При переходе в окно «Профили» открывается новое окно. Для удобства работы преподавателя (оператора) оно разделено на две части.

В левой части содержится внесенная информация об обучающемся, а также заметки, внесенные преподавателем, что позволяет ему эффективнее контролировать состояние обучающегося, что позволяет дополнительно сократить использование бумажных носителей для фиксации соответствующей информации.

В правой части содержится подробная информация об обучении, а также статистика, что позволяет просматривать и вести учет всего процесса обучения. Правую часть можно показать путем нажатия на кнопку «>» или на ссылку «Нажмите, чтобы показать подробную статистику».

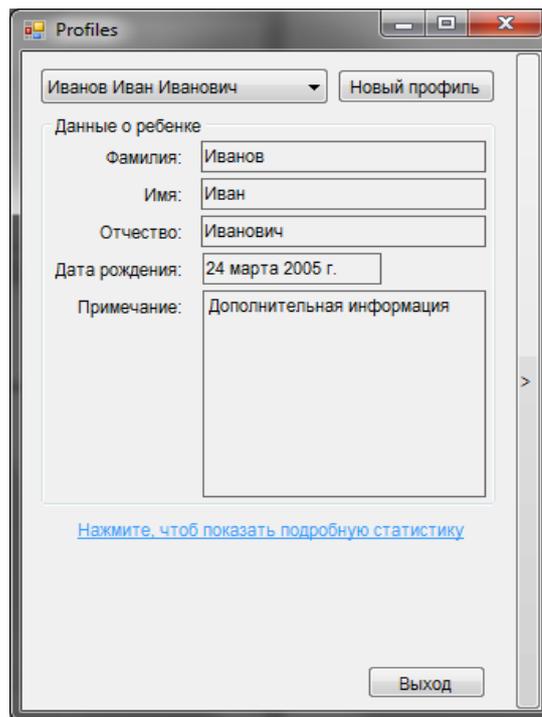


Рис. 2. Окно профилей

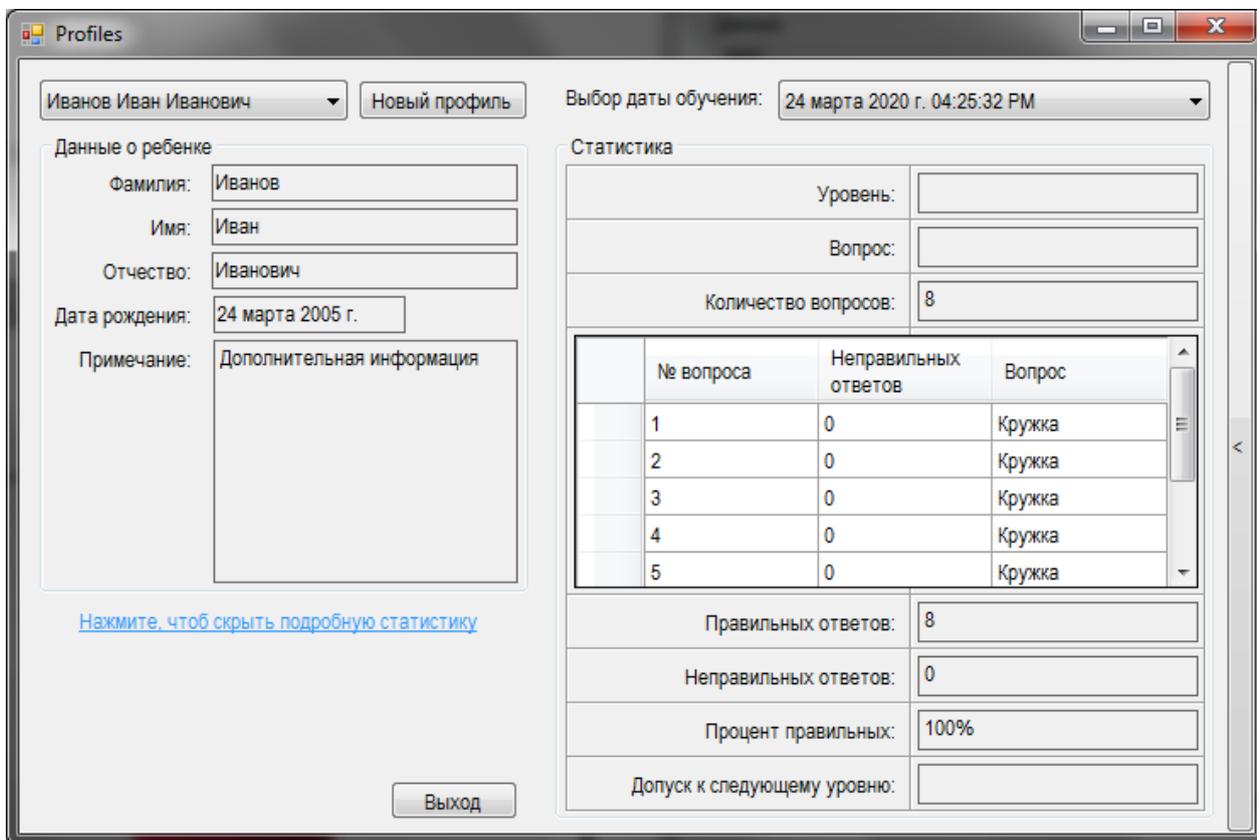
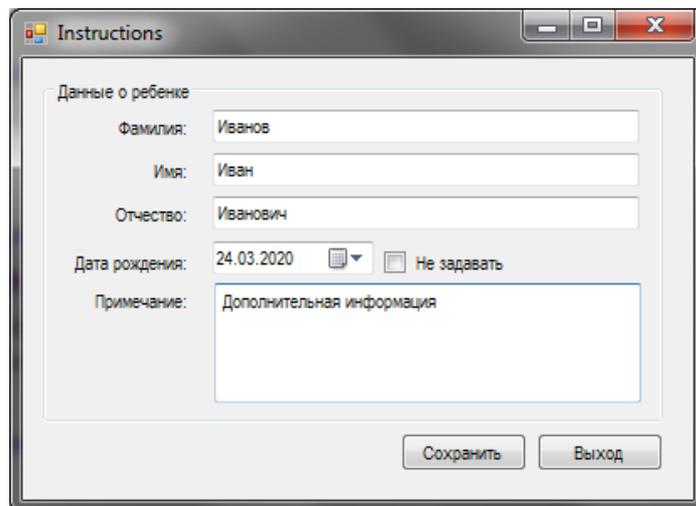


Рис. 3. Окно профилей с детальной статистикой

Так как профилей может быть неопределенное множество, есть дополнительная функция добавления профиля.



The screenshot shows a window titled "Instructions" with a standard Windows-style title bar. Inside the window, there is a section titled "Данные о ребенке" (Child's data). This section contains several input fields: "Фамилия:" (Surname) with the value "Иванов", "Имя:" (Name) with "Иван", and "Отчество:" (Patronymic) with "Иванович". Below these is a "Дата рождения:" (Date of birth) field with a date picker set to "24.03.2020" and a checkbox labeled "Не задавать" (Do not specify). At the bottom of this section is a "Примечание:" (Remarks) text area containing the text "Дополнительная информация". At the bottom of the window, there are two buttons: "Сохранить" (Save) and "Выход" (Exit).

Рис. 4. Окно создания нового профиля обучающегося

Первым этапом обучения является формирование указательного жеста в ответ на предъявление одного стимула, например, «кружки».

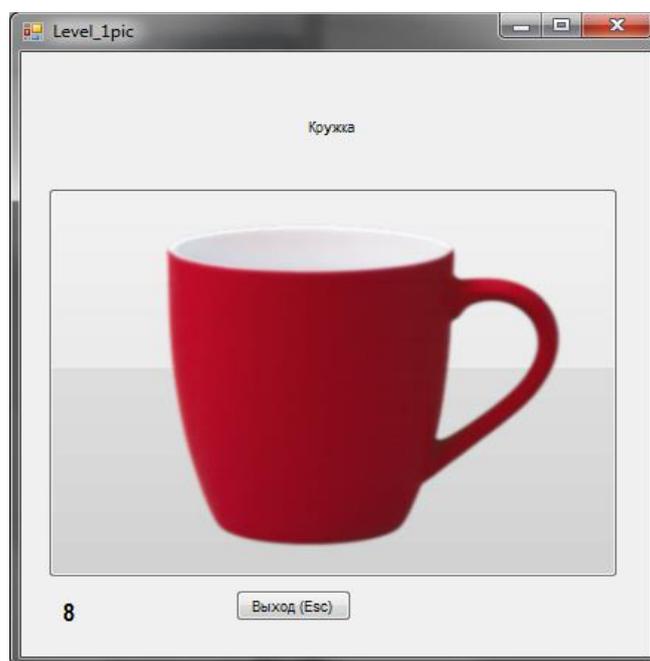


Рис. 5. Окно первого уровня

В верхней части окна вербальное описание стимула, согласно которому оператор формулирует вопрос, обращаемый к обучаемому, непосредственно сам стимул, порядковый номер вопроса и функциональные кнопки, которые появляются после ответа.

В дальнейшем алгоритм предъявления стимулов усложняется от уровня к уровню и заканчивается генерализацией навыка, с предъявлени-

ем реального предмета в поле зрения ребёнка, на который он должен указать.

Цветовое оформление программы на данный момент является зависимым от текущей темы используемой операционной системы пользователя. Это сделано с целью «мягкого» перехода от привычного для пользователя интерфейса операционной системы к интерфейсу созданной программы. Необходимость в изменении цветового оформления программы не возникало.

**Заключение.** Апробация программы проводилась на базе «Коррекционного центра «Азимут» города Архангельска. Центр специализируется на специальной педагогике в области расстройств аутистического спектра у детей.

Предложенная программа помогла сформировать указательный жест у одного ребёнка с расстройствами аутистического спектра и ребёнка с нейродегенеративным заболеванием. Ребёнок с аутизмом до обучения с помощью программы, указательного жеста не использовал, ни при необходимости, ни по просьбе родителей и педагогов. После обучения, по предъявленной инструкции ребёнок использует указательный жест в 100 % проб. Ребёнок с нейродегенеративным заболеванием до обучения указательный жест не использовал, после обучения использует указательный жест в 100 % проб при частичной физической помощи педагога. Помощь заключается в физическом начале двигательного акта, указательный жест ребёнок использует сам.

Отсутствие негативных аффективных реакций при работе говорит о качественно спроектированном интерфейсе. На настоящий момент работа по формированию импрессивной речи у этих детей продуктивно продолжается.

### Список литературы

1. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека / СПб.: Питер, 2019. 768 с.
2. Лурия А.Р. Язык и сознание / под редакцией Е.Д. Хомской. Ростов н/Д.: изд-во «Феникс», 1998. 416 с.
3. Морозов С.А. Основы диагностики и коррекции расстройств аутистического спектра / М., 2014. 448 с.
4. Морозов С.А., Морозова Т.И. Воспитание и обучение детей с аутизмом (дошкольный возраст) / Самара: ООО «Книжное издательство», 2017. 324 с.
5. Никольская О.С., Баенская Е.Р. Коррекция детского аутизма как нарушения аффективной сферы: содержание подхода // Альманах Института коррекционной педагогики. 2014. Альманах №19 URL: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-19/korrekcija-d>. (Дата обращения: 14.01.2020)
6. Симашкова Н.В., Ключник Т.П. Клиноко-биологические аспекты расстройств аутистического спектра / под ред. Н.В. Симашковой, Т.П. Ключник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 288 с.

**Кочурова Д.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [kochurovadelency@yandex.ru](mailto:kochurovadelency@yandex.ru)

Научный руководитель: Штаборов Д.А., старший преподаватель кафедры геодезии и земельного кадастра

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ МАНСАРДНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

В наши дни мансардные помещения находят все больше поклонников, ведь это не просто дополнительное пространство, это еще и неординарное архитектурное решение, добавляющее колорита к внешнему виду зданий, оживляющее облик городов.

Согласно Приложению №2 Приказа Министерства экономического развития Российской Федерации № 90, расстояния, применяемые для определения площади как жилого, так и нежилого помещения мансардного этажа, измеряются на высоте наклонного потолка или стены в зависимости от наклона к горизонту: при  $30^\circ$  – 1,5 м; при  $45^\circ$  – 1,1 м; при  $60^\circ$  и более – 0,5 м. Для промежуточных значений углов при нахождении высоты используется интерполирование [1].

В данной работе рассматривается вопрос, как можно вычислить площадь наиболее встречающихся мансардных помещений, представленных на рис. 1, зная числовые значения некоторых параметров (выделены красным цветом).

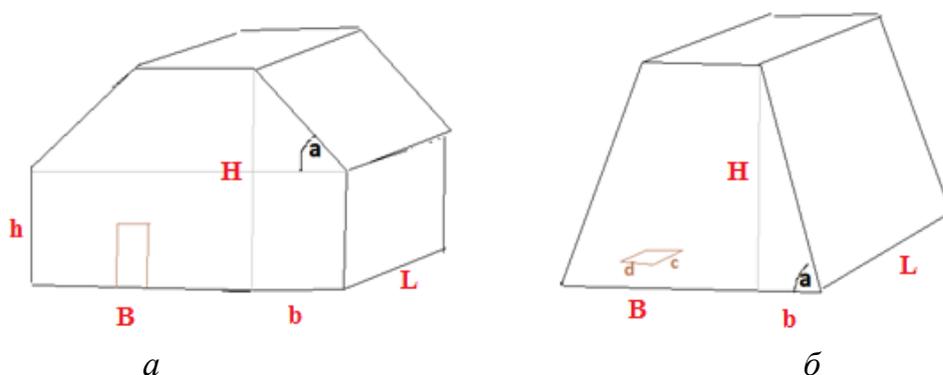


Рис. 1. Вид мансардного помещения

В программе Microsoft Excel была создана электронная таблица, в которой площадь мансардного помещения определяется по следующему алгоритму:

1. Вводятся результаты измерения длины  $L$ , ширины  $B$ , общей высоты  $H$  помещения, высоты до наклонного потолка  $h$ , проекции наклонной стены  $b$ , а также при наличии входного проема его длины  $c$  и ширины  $d$  в метрах;

2. После ввода вышеперечисленных значений вычисляется угол наклона крыши в градусах по формуле:

$$a = \arctan\left(\frac{H-h}{b}\right), \quad (1)$$

В Microsoft Excel эта запись (ячейка D4) выглядит так:

=ГРАДУСЫ(АТАН(((D3-D7)/D8)))

3. В зависимости от получившегося значения угла методом интерполяции определяется высота, на которой необходимо измерять площадь помещения  $x$ . В Microsoft Excel реализовать данный математический метод возможно с помощью функции ПРЕДСКАЗ(). Сначала создается табличная основа – для нашего случая это соотношения значений углов и высоты измерения площади (табл. 1).

Таблица 1

Примечание

Угол наклона, градусы	30	45	60
Высота, на которой рекомендовано измерять площадь, м	1,5	1,1	0,5

Затем ячейке D11, соответствующей параметру  $x$ , присваивается значение:

=ПРЕДСКАЗ(D4;B16:D16;B15:D15).

В окне аргументов функции ПРЕДСКАЗ имеется три поля:  $x$ ; известные значения  $y$ ; известные значения  $x$ . В первое поле нужно вбить значения аргумента, функцию которого следует отыскать. В нашем случае это угол наклона  $a$  (ячейка D4). В поле «Известные значения  $y$ » нужно указать координаты диапазона таблицы, в котором содержатся значения функции (диапазон B16:D16 – значения высоты). Аналогичным образом устанавливаются координаты диапазона с аргументами в поле «Известные значения  $x$ » (диапазон B15:D15 – значения углов) [2].

4. Вычисляется площадь мансардного помещения  $S$ . С учетом того, как высота  $x$ , на которой необходимо измерять площадь, соотносится с высотой до наклонного потолка  $h$ . Если  $x \leq h$ , то площадь рассчитывается по формуле 2, в противном случае – по формуле 3:

$$S = L \cdot B - c \cdot d, \quad (2)$$

$$S = L \cdot \left( B - \left( 2 \cdot \frac{x}{\tan a} \right) \right) - c \cdot d, \quad (3)$$

В ячейке D12, соответствующей значению определяемой площади, содержится запись:

=ЕСЛИ((D11<=D7);((D5\*D6)-(D9\*D10));((D5\*(D6-(2\*(D11/TAN(РАДИАНЫ(D4)))))))-(D9\*D10))).

«ЕСЛИ» является стандартной функцией программы Microsoft Excel. В ее задачи входит проверка выполнения конкретного условия. Когда условие (D11<=D7) выполнено (истина), то в ячейку, где использована данная функция, возвращается одно значение ((D5\*D6)-(D9\*D10)), а если не выполнено (ложь) – другое ((D5\*(D6-(2\*(D11/TAN(РАДИАНЫ(D4)))))))-(D9\*D10)) [3].

Созданная таблица представлена на рис. 2.

Определение площади мансардного помещения				
Наименование измеряемой или вычисляемой величины	Обозначение	Единицы измерения	Значение измеренной величины	Вид мансардного помещения
Общая высота	$H$	метры	2,87	
Угол наклона крыши	$\alpha$	градусы	48	
Длина	$L$	метры	8,15	
Ширина	$B$	метры	4,38	
Высота до наклонного потолка	$h$	метры	1,18	
Проекция наклонной стены	$b$	метры	1,51	
Длина проема	$c$	метры	0	
Ширина проема	$d$	метры	0	
Высота, на которой необходимо измерить площадь	$x$	метры	0,93	
<b>Площадь</b>	<b><math>S</math></b>	<b>метры</b>	<b>35,70</b>	
<b>Примечание:</b>				
Угол наклона, градусы	30	45	60	
Высота, на которой рекомендовано измерять площадь, метры	1,5	1,1	0,5	

Рис. 2. Программа для определения площади мансардного помещения

Программа имеет следующий принцип работы: пользователь вводит значения измеренных длины  $L$ , ширины  $B$ , общей высоты  $H$ , высоты до наклонного потолка  $h$ , проекции наклонной стены  $b$ , при наличии входного проема его длины  $c$  и ширины  $d$ . Для наглядности данные характеристики помещения выделены красным цветом на рисунке 1. Площадь может быть определена только при заполнении полей значений этих параметров. При отсутствии входного проема или в случае, когда мансардное помещение имеет вид, представленный на рисунке 1, б (нет величины  $h$ ), в столбце «Значения измеряемой величины» у соответствующих параметров ставятся нули (рис. 2). Далее программа автоматически определяет угол наклона крыши  $\alpha$ , уровень, на котором должна быть определена площадь помещения, при помощи интерполяции, и наконец, выдает конечный интересующий нас результат – площадь данного мансардного помещения.

Например, допустим, что наше помещение относится ко второму типу мансардного помещения и имеет характеристики, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Пример вычисления площади мансардного помещения

Наименование измеряемой или вычисляемой величины	Обозначение	Значение измеренной величины, м
Общая высота	$H$	2,87
Длина	$L$	8,15
Ширина	$B$	4,38
Высота до наклонного потолка	$h$	0
Проекция наклонной стены	$b$	1,51
Длина проема	$c$	2
Ширина проема	$d$	1

Угол наклона вычисляется по формуле (1):

$$\alpha = \arctan\left(\frac{2,87 - 0}{1,51}\right) = \arctan\left(\frac{2,87}{1,51}\right) \approx 62^\circ.$$

Уровень высоты измерения площади, вычисленный методом интерполяции, составил 0,46 м. Отсюда площадь данного помещения составила:

$$S = 8,15 \cdot \left( 4,38 - \left( 2 \cdot \frac{0,46}{\tan 62^\circ} \right) \right) - 2 \cdot 1 = 29,77 \text{ м}^2.$$

В данной работе выполняется определение площади мансардного помещения. С помощью описанной выше методики в электронной таблице Microsoft Excel вводятся и вычисляются параметры помещения, что позволяет ускорить процесс определения его площади и исключить ошибки из-за незнания нормативных документов, а также дает возможность выбрать наиболее выгодный вариант в случае создания проекта по строительству или реконструкции данного помещения.

### Список литературы

1. КосулянтПлюс [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_196699/9e6be124a73cc021c918557336e6db9ca169f5a9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196699/9e6be124a73cc021c918557336e6db9ca169f5a9/) – Приложение № 2 Приказа Минэкономразвития России от 01.03.2016 N 90 (ред. от 09.08.2018) "Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения" (дата обращения: 22.03.2020).
2. Lumpics.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lumpics.ru/interpolation-in-excel/> – Применение интерполяции в Microsoft Excel (дата обращения: 22.03.2020).
3. Lumpics.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lumpics.ru/the-function-if-in-excel/> – Использование оператора «ЕСЛИ» в Microsoft Excel (дата обращения: 23.03.2020).

#### **Крапивина Н.Л.**

студент Высшей школы информационных технологий и информационных систем,  
n.krapiwina@mail.ru

Научный руководитель: Лыткина Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

### **АСПЕКТЫ РЕИНЖИНИРИНГА РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ САЛОНОВ КРАСОТЫ**

В условиях современной конкуренции, для успешного функционирования и удовлетворения спроса потребителей, организациям, действу-

ющим в разных отраслях, необходимо постоянно совершенствовать свою рекламную кампанию в сети Интернет. Каждый предприниматель задумывался над тем, как поднять свой бизнес на новый уровень и увеличить прибыль [1]. Данная проблема может быть решена с помощью современных инструментов интернет-маркетинга и более активной рекламы в интернете. По данным Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) на 2019 год интернет-аудитория в России составляет 95,9 млн. человек, что составляет 78,1 %, что позволяет донести рекламную информацию до широкой аудитории [2]. На сегодняшний день реклама на просторах интернета один из самых нужных и востребованных инструментов маркетинга. В связи с этим достаточно часто в рекламных кампаниях возникают ошибки связанные с низкой квалификацией маркетолога, а так же постоянно меняющимися тенденциями в рекламе.

Для салонов красоты рекламная кампания является ключевым фактором по созданию бренд-имиджа и положительного образа в медиaproстранстве.

При осуществлении реинжиниринга рекламной кампании в сети интернет для салонов красоты необходимо выполнить следующие этапы:

1. Проанализировать деятельность студии красоты и применяемые на данный момент инструменты интернет-маркетинга;

2. Провести обзор современных методов и инструментов в сфере интернет-маркетинга;

3. Выбрать наиболее подходящие для салонов красоты методы, способы и средства маркетинга в сети интернет;

4. Создать целостный образ (проект) рекламной кампании в интернете для повышения узнаваемости бренда и расширения клиентской базы;

5. Рассчитать планируемый экономический эффект.

Так же на этапах подготовки к реинжинирингу стоит определить цель рекламной кампании, которая заключается в создании или укреплении бренд-имиджа студии красоты и привлечении потенциальных клиентов, что в дальнейшем позволит увеличить прибыль предприятия.

Используя интернет-технологии и специальные инструменты, с помощью интернет-маркетинга можно продвигать товары и услуги. В условиях современного рынка услуг количество инструментов, которые применяются в практике интернет-маркетинга, постоянно увеличивается. Происходит это благодаря развитию рекламного бизнеса и усилению тенденции перехода рекламы на просторы интернета. На данный момент существует множество инструментов интернет-маркетинга, которые можно объединить в группы-методы [3]:

– контент-маркетинг (сайт, лендинг, статьи в блоге, вебинары, инфографика, линкбейтинг или контент-наживка и т.д.);

- email-маркетинг (сегментация, автоматизация, A/B-тестирование, лид-магниты);
- SEO;
- реклама (контекстная реклама, медийная реклама, реклама в социальных сетях, размещение на торговых площадках и прайс-агрегаторах);
- аналитика (Google Analytics, Яндекс.Метрика, Коллтрекинг);
- SMM (Youtube, Facebook, «ВКонтакте», Instagram, «Одноклассники» и т.д.)

Студиям красоты, которые только начинают свою работу, стоит начать с применения небольшого количества инструментов интернет-маркетинга (иногда достаточно начать с лендинга или сайта), с последующим подключением остальных инструментов. Для более опытных в этом бизнесе салонов стоит пересмотреть и проанализировать применяемые инструменты, возможно, некоторые работают неэффективно и от них стоит отказаться в пользу более выгодных решений.

Анализ сайта, если он есть, является важным фактором для повышения конкурентоспособности. Для анализа сайта стоит использовать такие сервисы аналитики, как Google Analytics и Яндекс.Метрика. Общие критерии приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Общая таблица по сходствам Google Analytics и Яндекс.Метрика

Критерии	Google Analytics	Яндекс.Метрика
Анализ посещаемости сайта (данные об аудитории)	+	+
Анализ e-commerce (электронная торговля)	+	+
Анализ юзабилити и поведение пользователей на страницах сайта	+	+
Контекстная реклама	Google Ads	Яндекс.Директ
Стоимость инструмента	Бесплатный, есть платная версия	Бесплатный
UTM-метки	+	+
Аудитория (ретаргетинг, ремаркетинг)	+	+
Кросс-девайс	+	+
Визуализация данных	+	+
Регулярные выражения	+	+
Цели, события	+	+
Интеграция с CRM	+	+
API	+	+
Данные извне (оффлайн-конверсии)	+	+
Создание собственных метрик	+	+

Исходя из табл. 1 стоит отметить:

- оба инструмента позволяют отслеживать посетителей сайта (пол, возраст, демографические данные, интересы, браузеры и т.д.);

- оба поддерживают электронную торговлю и могут отслеживать оформления заказов с привязкой к позициям и товарам, также передавать доходность, средний чек и другое;
- сервисы позволяют отслеживать поведения пользователей на сайте, определять популярные страницы, товары, анализировать поведенческие характеристики;
- у обоих есть контекстная реклама Google Ads и Яндекс.Директ;
- оба инструмента бесплатны;
- оба позволяют анализировать переходы, в ссылках которых содержатся utm-метки;
- сервисы позволяют создавать аудитории, которые можно использовать в ретаргетинговых кампаниях;
- каждый сервис позволяет выгружать собственные данные в инструменты визуализации данных (google data studio и yandex datalens);
- оба в своих отчетах поддерживают регулярные выражения – формальный язык поиска и осуществления манипуляций с подстроками в тексте, основанный на использовании метасимволов;
- в Яндекс.Метрика и Google Analytics есть возможность создания простых и составных целей, а также событий;
- оба инструмента поддерживают интеграции с CRM-системами, импорт/экспорт данных;
- каждый сервис имеет собственный API – набор готовых классов функций и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах;
- в оба счетчика можно передавать данные по оффлайн-конверсиям;
- и тот и другой сервис поддерживает создание пользовательских метрик.

К различиям данных сервисов относятся:

1. Показатель отказов. Google Analytics – сеанс с просмотром только одной страницы. Даже когда пользователь находится на странице несколько минут, но не совершает никаких действий, а просто читает информацию и затем выходит, будет засчитан отказ. В Яндекс.Метрике же отказом считается посещение, в котором пользователь просмотрел всего одну страницу и посвятил этому менее 15 секунд. Во всех остальных случаях отказа не будет, даже если пользователь покинул страницу через 20 секунд после захода на сайт.

2. Модели атрибуции (набор правил, по которому определяется ценность конверсии). В Google Analytics их 7, в Яндекс.Метрике – 3. В стандартных отчетах Google Analytics по умолчанию используется модель атрибуции «По последнему непрямоу клику», в то время как Яндекс.Метрика использует «Последний переход». Именно поэтому при

сравнении статистики сайта по двум счетчикам можно увидеть разные данные по достигнутым целям.

3. Построение многоканальных последовательностей. Именно многоканальные последовательности позволяют оценить вспомогательный вклад различных источников и принять верное решение об их эффективности. Они создаются на основе путей конверсии, то есть истории взаимодействий (кликов или переходов), которые привели к дальнейшей транзакции на сайте. Для этого в Google Analytics, необходимо настроить цели или электронную торговлю. В Яндекс.Метрике как таковых отчетов по многоканальным последовательностям нет. Но для их построения можно использовать Logs API Яндекс.Метрики и СУБД ClickHouse, а также Jupyter Notebook – инструмент для создания аналитических отчетов. Именно здесь возможно хранение кода, изображений, комментариев, формул и графиков вместе.

4. Поиск запросов. Google Analytics от Яндекс.Метрики отличается чересчур большим количеством зашифрованных поисковых запросов. То есть предоставляется меньше исходных данных по тому, как пользователь взаимодействовал с сайтом из органического поиска.

5. Кросс-девайс. Для связывания разных устройств одного пользователя в Google Analytics существует функция User ID. Она позволяет объединить различные сессии и действия во время этих сессий с уникальным идентификатором. Это отслеживание еще называют кросс-девайсным. В Яндекс.Метрике для отображения данных в отчете необходимо наличие целей или использование электронной коммерции. Отчет «Кросс-девайс» доступен, только если на сайт за последнюю неделю заходили больше 100 посетителей минимум с двух разных устройств.

Подводя итог сравнительной характеристики Яндекс.Метрики и Google Analytics, стоит отметить, что использование одновременно обоих сервисов будет эффективнее из-за наличия разных функций. Удобно приводить показатель отказов к единому формату с помощью отправки события в Google Analytics, а для анализа сайта используя уникальные функции Яндекса и Google:

- вебвизор покажет запись поведения отдельных пользователей;
- карта кликов расскажет про поведение толпы пользователей;
- карта скроллинга покажет, как прокручивали страницы, на чём задерживались;
- режим реального времени поможет быстро проверить отправку событий и посещаемость;
- многоканальные последовательности покажут важность каналов трафика в конверсиях;
- вычисляемые параметры посчитают за вас, например, ROI;
- А/Б-тесты выберут самую конверсионную страницу.

Таким образом важным аспектом реинжиниринга является проведение анализа существующих инструментов интернет-маркетинга и выявление наиболее подходящих отталкиваясь от уровня зрелости и масштаба студии красоты.

### Список литературы

1. Котлер, Ф. Основы маркетинга: краткий курс: [перевод с английского] / Филип Котлер. – М. : Вильямс; Москва, 2019. 496 с.
2. РАЭК. Ассоциация электронных коммуникаций [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://raec.ru/> (дата обращения: 03.04.2020).
3. Лыскова М.В., Крапивина Н.Л., Лыткина Е.А. Выбор IT-решений в маркетинговой стратегии для предприятия ООО «Беломорские краски» // Модели развития малого и среднего предпринимательства в условиях Арктики: сб. ст.: Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарский гос. ун-т им. Питирима Сорокина, 2019. С. 317.

### Кривополенов Н.В.

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, , [krivopolenov.n@yandex.ru](mailto:krivopolenov.n@yandex.ru)  
научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

### ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

В капиллярных моделях пористое пространство представляется как система капилляров различного сечения, длины и положении в пространстве (рис. 1) [3]. В простейшем структуру пористого пространства можно представить в виде непересекающихся параллельных капилляров (трубок маленького диаметра) (рис. 1). Такая модель называется идеальным грунтом.

Дальнейшим усовершенствованием данной являются капиллярные модели с переменным радиусом и ориентацией капилляров.

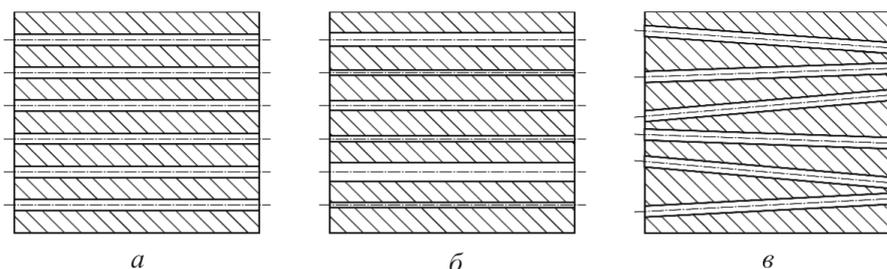


Рис. 1. Капиллярные модели пористой среды [2, 5]

Модель пористой среды с периодически сужающимся капилляром была предложена в работе [9].

В модели Duda (1987) [7] пористая среда моделируется как пучок неоднородных каналов с периодической геометрией. Данная модель позволяет смоделировать падения давления в областях сужения пор (рис. 2)

Изменение площади поперечного сечения позволяет смоделировать изменение давления и следовательно скоростей фильтрации.

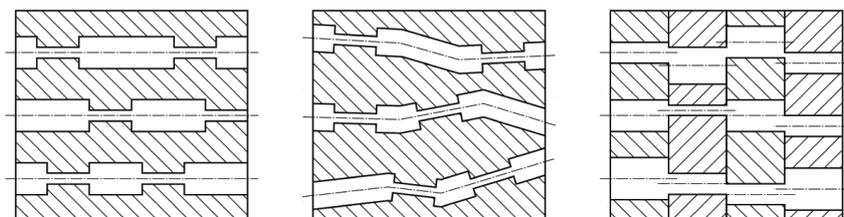


Рис. 2. Капиллярные модели с переменным сечением [2]

В многослойных моделях структура моделируется в виде каналов, которые пересекаются системой других каналов с индивидуальным смещением для каждого слоя.

Еще одним направлением представления капиллярной структуры является сети состоящие из системы пересекающихся капилляров. Такие модели принято называть сетевыми моделями.

В данной статье рассмотрены лишь некоторые. Другие регулярные сетевые модели представлены в работах [6, 8, 10, 12].

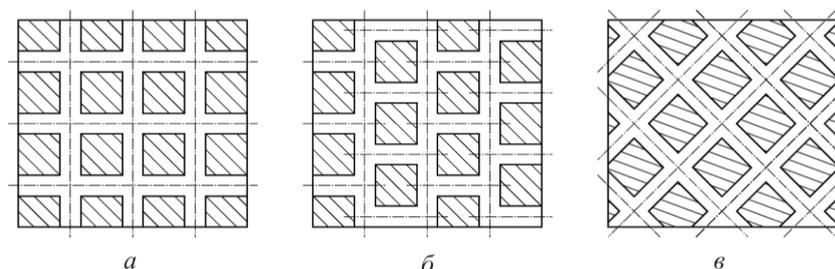


Рис. 3. Капиллярные модели [2]

Следующий способ представления структуры пористого пространства – система шарообразных частиц одинакового диаметра (матричные модели) (рис. 4).

Фиктивный грунт является наиболее простой моделью поддающейся математическому изучению [2, 4].

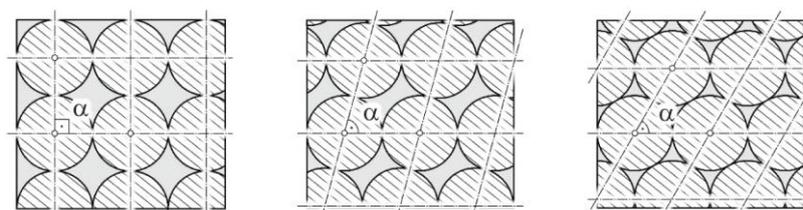


Рис. 4. Матричные модели [2]

Нефтегазовые коллектора залегающие на больших глубинах находятся в напряженном состоянии. Модель, которая описывает деформации идеального грунта называется системой деформируемых частиц. Основное отличие этой модели от модели фиктивного грунта в сильной зависимости пористости от деформации.

Представление пористых структур на регулярной решетке привела к идеям применения современных алгоритмов для моделирования вероятностных систем, получившим распространение в задачах перколяции.

Перколяция – раздел теории вероятности, изучающий свойства случайных сред [1]. Для моделирования процесса перколяции используются регулярные решетки. Ячейка решетки имеет два состояния открыта (проводящая) и закрыта (непроводящая).

В теории перколяции существует две основных задачи: задача узлов и задача связей. Минимальная доля открытых узлов (связей), при которой возникает протекания называется порогом перколяции. Данная теория позволяет получить пороговое значения для различных типов решеток. Порог протекания является случайной величиной находящийся в некотором интервале при конечном размере сетки, однако среднее значение всех порогов протекания в полученных экспериментах является не случайной величиной (табл. 1). На рис. 5 представлен порог протекания для квадратной решетки.

Таблица 1

Значение порогов протекания для разных типов сеток

Тип решётки	$p_c$ для задачи связей	$p_c$ для задачи узлов
Квадратная	0,5	0,59
Треугольная	0,3473	0,5
Простая кубическая	0,25	0,31
Объёмно-центрированная	0,18	0,25

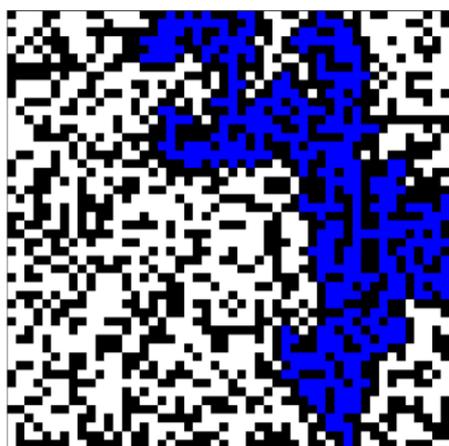


Рис. 5. Моделирование процесса протекания для решетки 50 на 50 с порогом протекания 0,5792

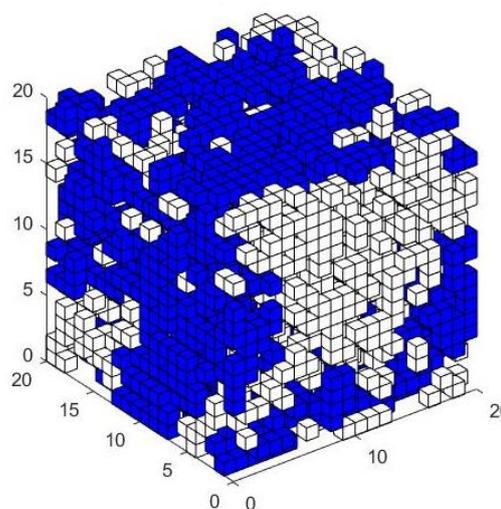


Рис. 6. Моделирования процесса протекания для объемной решетки 25 на 25 с порогом протекания 0,36

Для изучения фильтрации флюидов в пористом пространстве необходимо построить модель, которая бы с достаточной точностью описывала структуру пористого пространства. Простейшими моделями коллекторов нефти и газа являются фиктивный и идеальный грунт. Существуют также стохастические модели, основанные на вероятностном подходе. Данные модели находят применение в задачах теории протекания. Необходимо формализовать структуру порового пространства для моделирования процесса перколяции.

### Список литературы

1. Бекман И.Н. Математика диффузии [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Н. Бекман. – М.: Издательство «ОнтоПринт», 2016. – 400 с.
2. Москалев П.В. Математическое моделирование пористых структур [Электронный ресурс] / П.В. Москалев, В.В. Шитов – М.: Книга по Требованию, 2013. – 118 с
3. Товбин Ю.К. Молекулярная теория адсорбции в пористых телах [Электронный ресурс]. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 624 с.
4. Щелкачев В.Н., Лапу Б.Б. Подземная гидравлика [Электронный ресурс]. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 736 стр.
5. Carbonell, R.G. Effect of Pore Distribution and Flow Segregation on Dispersion in Porous Media [Electronic resource] /, Chem. Eng. Sci., 34, 1031-1039 (1979). – DOI: 10.1007/978-0-387-30440-3\_389, free access (02.03.20). – Title from screen
6. Chandler, R., Koplik, J., Lerman, Capillary Displacement and Percolation in Porous Media [Electronic resource], J. Fluid Mech., 119, 249-267 (1982). – DOI: DOI: 10.1017/S0022112082001335, free access (02.03.20). – Title from screen
7. Duda, J.L., Hong, S., Klaus, E., Flow of Polymer Solutions in Porous Media: Inadequacy of the Capillary Model [Electronic resource], Ind. Eng. Chem. Fundam., 22, 299-305 (1983). – DOI: 10.1021/i100011a005, free access (05.03.20). – Title from screen
8. Dullien, F.A.L., Porous Media. Fluid Transport and Pore Structure, Second Edition, Academic Press [Electronic resource], 1992. – 578 p.
9. Fedkiw, P., Newman, J., Mass Transfer at High Peclet Numbers for Creeping Flow in a Packed-Bed Reactor [Electronic resource], AIChE J., 23, 255-263 (1977). – DOI:1002/aic.690230307, free access (07.02.20). – Title from screen
10. Koplik, J., Creeping Flow in Two-Dimensional Networks [Electronic resource], J. Fluid Mech., 119, 219-247 (1982). – DOI: 10.1017/S0022112082001323, free access (20.02.20). – Title from screen
11. Sorbie, K.S., Clifford, P.J., Jones, E.R.W., The Rheology of Pseudoplastic Fluids in Porous Media using Network Modeling [Electronic resource], J. Colloid Interfac. Sci., 130, 508-534 (1989). – DOI: 10.1016/0021-9797(89)90128-8, free access (15.02.20). – Title from screen

**Кривополенов Н.В.**

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, [krivopolenov.n@yandex.ru](mailto:krivopolenov.n@yandex.ru)

Научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗОТРОПНОЙ ПЕРКОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ УЗЛОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ МАТЛАВ ДЛЯ 2D И 3D СЕТОК

Теория перколяция – это раздел теории вероятностей, изучающий свойства случайных сред. Как объясняют создатели теории перколяции (Broadbent and Hammersley, 1957) в своей работе [2], перколяция и диффузия, различаются по своему акценту при диффузии случайность «принадлежит» жидкости, в то время как в теории перколяции акцент делается на случайности среды. Теория перколяции используется в таких областях науки, как: нефтяная инженерия, гидрология, фрактальная математика и физика магнитной индукции и фазовых переходов [1].

Слово перколяция (percolation) с английского языка переводится как протекание. В русской литературе встречаются три основных термина, которые являются тождественными: перколяция, протекания, просачивание. В данной статье будем пользоваться термином перколяция из-за его большей распространённости.

Задача теории перколяции ответить на вопрос: какое количество ячеек нужно закрасить, чтобы образовался путь из ячеек сверху вниз. Причем каждая ячейка может иметь до 4 соседей, т.е. движение жидкости по диагоналям ячеек невозможно. Давайте вернемся к нашей задаче и попробуем осуществить данный эксперимент. Простейший вариант – это когда три подряд сгенерированные закрасенные ячейки находятся в одном ряду. Определим отношение закрасенных ячеек к общему количеству ячеек (закрасенные + не закрасенные). Такую критическую концентрацию называют порог перколяции  $p_c$  (рис. 1).

Рассмотрим квадратную решетку с размером сетки 3 на 3. Будем случайно выбирать ячейку сетки и закрасивать её. Ячейки выбираются случайным образом, независимо от предыдущего выбора.

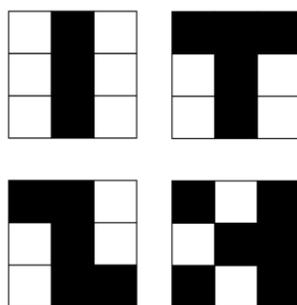


Рис. 1. Несколько вариантов закрасивания ячеек сетки 3 на 3

Как видим из рисунка порог перколяции для такой решетки может измеряться пределах от  $1/3$  до  $2/3$  для решетки 3 на 3. Но с увеличением размера сетки интервал изменения размера сетки уменьшается и при бесконечной сетке порог перколяции определяется конкретным числом.

Смоделируем процесс изотропной перколяции на квадратной и простой кубической решетке. Порог для этих решеток равен соответственно 0,5927 и 0,3115. Важно отметить, что для корректной работы алгоритмов является необходимым наличие пакета Image Processing Toolbox и функции `plotcube`. Далее в тексте приведены листинги программного кодов. В результате компьютерного моделирования порог протекания составил для объемной решетки 0,3116, а для квадратной решетки 0,5931.

*Листинг 1. Код программы для квадратной решетки*

```
clear,clc,close all % Очищаем значения всех переменных, за-
крываем все окна, очищаем командное окно
Start = cputime; % Значение текущего времени (необходимо для
вычисления длительности расчета)
n=50; % Задаем размер сетки
m=1; % Начальное число генераций
z=zeros(n,n); % Формируем массив с нулевыми элементами
im=cat(3,z,z,z); % Формируем 3-х мерный массив
RX=randi(n,1,m); % Генерируем случайный столбец
RY=randi(n,1,m); % Генерируем случайную строку
im(RY,RX,:)=1; % Изменяем значение трехмерного массив со слу-
чайными строчками и столбцами на 1 в цветовом пространстве
RGB, что соответствует белому цвету
L=bwlabel(im(:,:,3),4); % Данная функция образует кластеры
связанных элементов. Элементы считаются связными, если они
отличаются по одному из направлений на 1.
for j=1:n % От 1 до размеров матрицы
path1(j,:)=L(1,j)==L(end,:); % Сравниваем значения кластерных
меток 1 и последней строчки
if L(1,j)==0 % Если кластерная метка равна 0,
path1(j,:)=0; % Тогда значения массива в точке равно нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
while path1(:,')==0; % Пока все элементы массива path равны
0, то есть ни одно из значений кластерных меток первой строч-
ки не равно ни одному из значений кластерных меток последней
строчки
m=m+1; % Генерируем еще одну точку
RX=[RX randi(n,1,1)]; % Генерируем случайный столбец с сохра-
нением значения предыдущего случайного столбца
RY=[RY randi(n,1,1)]; % Генерируем случайную строчку с сохра-
нением значения предыдущей случайной строчки
for j=1:n % От одного до размеров матрицы
```

```

path1(j,:)=L(1,j)==L(end,:); % Проверяем первую и последнюю
строку на общие кластеры
if L(1,j)==0; % Если кластерная метка равна нулю
path1(j,:)=0; % То и значение массива path равно нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
im(RY(m),RX(m),:)=1; % Закрашиваем точку со значениями RX и
RY в случайный цвет
L=bwlabel(im(:,:,3),4); % Определяем связанные кластеры
end % Заканчиваем выполнение цикла while
for i=1:n % От одного до размера матрицы
change_color(i,:)=L(1,i)==L(end,:); % Создаем матрицу
change_color, которая сравнивает первую и последнюю строку
if L(1,i)==0; % Если кластерная метка равна нулю
change_color(i,:)=0; % То и массив change_color с тем же ко-
ординатами равен нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
[row,col]=find(change_color,1,'first'); % Определяем первый
совпавший в первой и последней строке элемент (его столбец и
строку)
ans=L(1,row); % Находим значение самого элемента
[row1,col1]=find(L==ans); % Находим координаты элемента в
массиве im
for t=1:length(row1) % От одного до длины матрицы row
im(row1(t),col1(t),1)=0; % Меняем значения первой линии мас-
сива на 0
im(row1(t),col1(t),2)=0; % Меняем значения второй линии мас-
сива на 0
im(row1(t),col1(t),3)=1; % % Меняем значения третьей линии
массива на 1
% В итоге элементы входящие в путь закрашиваются в синий
цвет RGB=0,0,1
end % Заканчиваем выполнение цикла for
N=find(L>0); % Находим значения кластерных меток большие нуля
perk=length(N)/n^2 % Находим значения порога перколяции
figure
imagesc(im) % Строим изображение
axis tight % Устанавливаем диапазоны координат по осям в со-
ответствии с диапазонами изменения данных
axis equal % Делим изображение квадратным
set(gca,'XTick',[]); % Удаляем подпись оси X
set(gca,'YTick',[]); % Удаляем подпись оси Y
Elapsed = cputime - Start; % Подсчитываем время расчета

```

## Листинг 2. Код программы для объемной решетки

```
clear,clc,close all % Очищаем рабочее окно, закрываем все ок-
на, очищаем командное окно
m=1; % Начальное число генераций
n=10; % Размер сетки
im=zeros(n,n,n); % Создание n-мерного нулевого массива
RX=randi(n,1,m); % Генерируем случайную строку
RY=randi(n,1,m); % Генерируем случайный столбец
RZ=randi(n,1,m); % Генерируем случайный столбец
for i=1:m % От одного до числа генераций
im(RX(i),RY(i),RZ(i))=1; % Меняем значение массива с коорди-
натами RX,RY,RZ на 1
end % Заканчиваем выполнение цикла for
L=bwlabeln(im,6); % Проверяем связанные кластеры в 6 направ-
лениях
for d=1:n % От одного до размеров сетки
path(:,d)=L(d,1,1)==L(:,end,end); % Сравниваем первый столбец
1 слоя с последним столбцом последнего слоя
if L(d,1,1)==0 % Если элемент первого столбца матрицы L равен
нулю
path(:,d)=0; % Тогда столбец матрицы path равен нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
while path==0 % Пока все элемента массива path=0
m=m+1; % Увеличиваем число генераций на 1
RX=[RX randi(n,1,1)]; % Генерируем случайную строку с сохра-
нением значения предыдущей строки
RY=[RY randi(n,1,1)]; % Генерируем случайный столбец с сохра-
нением значения предыдущего столбца
RZ=[RZ randi(n,1,1)]; % Генерируем случайный слой с сохране-
нием значения предыдущего слоя
for d=1:n % От одного до размеров сетки
path(:,d)=L(d,1,1)==L(:,end,end); % Сравниваем первый столбец
1 слоя с последним столбцом последнего слоя
if L(d,1,1)==0; % Если элемент первого столбца матрицы L ра-
вен нулю
path(:,d)=0; % Тогда столбце матрицы path равен нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
im(RX(m),RY(m),RZ(m))=1; % Меняем значение массива с коорди-
натами RX,RY,RZ на 1
L=bwlabeln(im,6); % Проверяем связанные кластеры в 6 направ-
лениях
end % Заканчиваем выполнение цикла while
N=find(L>0); % Находим значения кластерных меток большие нуля
perk=length(N)/n^3 % Находим значения порога перколяции
% Построение белый кубиков
for q=1:m % От одного до числа генераций
plotcube([1 1 1],[RZ(q)-1 RY(q)-1 RX(q)-1],1,[1 1 1]) % Стро-
им проводящие кубики
```

```

end % Заканчиваем выполнение for
% % Выделение пути
for e=1:n % От одного до размеров матрицы
change_color(:,e)=L(e,1,1)==L(:,end,end); % % Сравниваем
первый столбец 1 слоя с последним столбцом последнего слоя
if L(e,1,1)==0 % Если элемент первого столбца матрицы L равен
нулю
change_color(:,e)=0; % Тогда столбец матрицы path равен нулю
end % Заканчиваем выполнение цикла if
end % Заканчиваем выполнение цикла for
[row,col]=find(change_color,1,'first'); % Определяем первый
совпавший в первой и последней строчке элемент (его столбец и
строчку)
ans=L(col,1,1); % Находим значение самого элемента
[x,y,z]=ind2sub(size(L), find(L==ans)); % Находим координаты
кластеров образующих путь
for f=1:length(x) % От одного до размеров матрицы x
plotcube([1 1 1],[z(f)-1 y(f)-1 x(f)-1],1,[0 0 1]) % Закраши-
ваем кубики образующие путь в синий цвет
end % Заканчиваем выполнение цикла for
axis tight % Устанавливаем диапазоны координат по осям в со-
ответствии с диапазонами изменения данных
axis equal % Делаем изображение квадратным
title(['p=',num2str(perk)], 'fontsize',13); % Выводим в назва-
ние графика значения порога перколяции

```

Программный комплекс Matlab позволяет достаточно просто моделировать различные виды перколяции. Многие встроенные функции значительно упрощают процесс моделирования. Отметим также очень простой синтаксис функций и циклов Matlab. Из недостатков выделим скорость расчета порога протекания на решетке  $100*100*100$  она составляет около 8 часов. Ускорение программного кода можно осуществить с помощью функции `parfor` и устранении излишних функций цикла и использовании распараллеливания алгоритмов. Разработка алгоритма для поиска порога протекания на квадратной решетке осуществляет также, как и на объемной решетке, но вместо многомерных массивов используются двумерные.

### Список литературы

1. Эфрос, А.Л. Физика и геометрия беспорядка [Электронный ресурс] (Библиотека «Квант», выпуск 19), М., Изд. «Наука», Гл.редакция физ. – мат. литературы, 1982. – 270 с.
2. Percolation processes I. Crystals and mazes. [Electronic resource] / Broadbent S.K., Hammersley J. M. // Proc. Camb. Phil. Soc. 53, 629-641 (1957). – Electronic text data. – DOI 10.1007/978-94-009-5819-7\_11, free access (01.03.2020). – Title from screen.

**Кузнецов К.Б.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
kirill.kuzn1998@yandex.ru

Научный руководитель: Шошина К.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БИОРЕСУРСОВ ДЛЯ СЕВЕРНОГО ОТДЕЛА ПОЛЯРНОГО ФИЛИАЛА ФГБНУ «ВНИРО»**

Информационные технологии все больше затрагивают все сферы деятельности человека. Они необходимы для эксплуатации информационных систем в тех областях, где они не применяются или слабо развиты и которые помогут уменьшить затраты, время на обработку данных, и увеличить производительность труда сотрудников [1]. Технология обработки информации зависит от используемых средств, их мощности, числа пользователей, систем контроля за процессом обработки информации. При этом она чаще всего используется при решении задач с хорошо структурированными (то есть, данными, которые имеют одинаковую структуру во всём наборе) входными данными и алгоритмами, а также стандартными процедурами их обработки.

В наши дни существует множество готовых программных продуктов, решающих довольно узкоспециализированные задачи. Но часто бывают случаи, когда данные средства не совсем подходят для конкретных условий предприятия. Возможно, они не полностью охватывают область задачи, либо наоборот, затрагивают более широкую предметную область, что создаёт определённые трудности и неудобства в использовании [2]. Кроме того, они, как правило, являются довольно дорогими и сложными, что не всегда необходимо конечному пользователю. Часто такие программные продукты требуют специального обучения персонала, что также стоит немалых затрат и требует времени на обучение. Именно поэтому и разрабатываются специальные программные продукты, автоматизирующие деятельность конкретных предприятий для решения узкого круга задач.

Необходимо учитывать и то, что программный продукт должен быть интуитивно понятным и дружелюбным для пользователя, ведь таким образом сотрудникам будет намного легче и быстрее разобраться с тем, как необходимо решить поставленную ему задачу. Поэтому, большинство продуктов, работающих на рабочих станциях сотрудников, должны иметь наиболее простой и единообразный интерфейс, близкий к тому, к которому они уже привыкли при работе со стандартными программами операционной системы.

В связи с широким распространением различных мобильных устройств (например, смартфоны и планшеты) активно начала развиваться

и разработка веб-приложений – приложение, основанное на архитектуре «клиент-сервер», где клиент всё взаимодействие происходит при помощи браузера, а на сервере производится обработка этих запросов. Также этот вид приложений имеет ряд преимуществ перед настольными, таких как:

не требует установки на устройство;

платформено-независимое – то есть, работает на устройствах с любой операционной системой;

доступ с любого устройства, будь то смартфон или компьютер;

ускорение разработки приложения за счёт того, что приложение будет одинаково работать на всех устройствах при помощи исполнения кода внутри браузера.

Но имеется один главный недостаток для всех веб-приложений – необходимость в постоянном подключении к сети Интернет. К счастью, в данный момент активно развивается технология Progressive Web Application (PWA) – такие приложения имеют возможность быть установленным на устройство пользователя и работать в автономном режиме.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на текущий момент самым оптимальным вариантом для разработки информационной системы является веб-приложение.

Сотрудники северного отдела полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» периодически выезжают на экспедиции с целью сбора информации о зарослях различных биоресурсов (чаще всего, ими являются фукоидные водоросли). В данный момент ими используются программные продукты, неудовлетворяющие их требования – например, программа FUCOID, которая используется для обработки и анализа данных по результатам экспедиции, неправильно рассчитывает массу и площадь поверхности, занятую водорослями. А используемая геоинформационная система MapInfo PRO является платной из-за чего организация ежегодно тратит деньги на покупку лицензий данного программного продукта, когда существует аналогичный по функционалу продукт, но полностью бесплатный и кроссплатформенный (то есть, работает как на компьютерах с операционной системой Windows, так и с операционными системами семейства \*nix).

В результате предварительного анализа деятельности предприятия было выявлено, что сотрудники используют неэффективное программное обеспечение, которое замедляет их работу, а организация расходует большие деньги из бюджета на покупку лицензий геоинформационной системы. Поэтому, было решено разработать новый программный продукт для обработки и анализа данных, а также найти бесплатные аналоги геоинформационной системы.

В табл. 1 представлен сравнительный анализ используемой геоинформационной системы с ближайшими аналогами.

Аналоги геоинформационных систем

Признак	QGIS	MapInfo	ArcGis
Бесплатность	+	-	-
Кроссплатформенность	+	-	-
Возможность создания собственных модулей	+	+	-
Анализ данных на карте	+	+	+
Открытый исходный код	+	-	-
Поддержка большинства популярных форматов файлов	+	+	+
Возможность получения данных из удаленной базы данных	+	-	+

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что наиболее целесообразным решением является переход организации на бесплатный аналог геоинформационной системы QGIS, который содержит весь необходимый функционал для работы, а также является кроссплатформенным и поддерживаемым сообществом. Таким образом, организация сможет экономить деньги на покупке лицензии, так как продукт MapInfo PRO, по заявлению разработчиков [3], стоит минимум 85.000 руб. на одну копию лицензии.

Теперь необходимо рассмотреть основные средства для разработки веб-приложения.

В качестве фреймворка для разработки серверной части был выбран ASP.NET Core – кроссплатформенный фреймворк с открытым исходным кодом для создания веб-приложений на основе технологий семейства .NET и модульной платформе .NET Core, которая начала активно развиваться с июня 2016 года.

В качестве системы управления базами данных был выбран PostgreSQL – кроссплатформенная объектно-реляционная (SQL) СУБД с открытым исходным кодом, которая распространяется свободно и абсолютно бесплатно. Используется такими крупными компаниями как Apple, Debian, Red Hat, Cisco и Skype. В табл. 2 представлен сравнительный анализ с СУБД MySQL.

Таблица 2

Сравнительный анализ PostgreSQL и MySQL

Признак	PostgreSQL	MySQL
Аналитические функции	Да	Нет
«Materialized Views»	Да	Нет
Наследование таблиц	Да	Нет
Языки программирования для хранимых процедур	Ruby, Perl, Python, SQL, JavaScript и другие	SQL 2003
Операции «Intersect» и «Except»	Да	Нет
Триггеры	Поддерживаются триггеры на большинство операций, кроме тех, что глобально влияют на базу данных (например, изменение ролей)	Ограничено лишь на некоторые операции

В качестве фреймворка для клиентской части веб-приложения был выбран Angular – свободно распространяемая платформа (веб-фреймворк) для разработки веб-приложений с открытым исходным кодом, разрабатываемая командой из компании Google и сообществом. Основным используемым языком является TypeScript, но также имеется возможность написания веб-компонентов с использованием таких языков программирования, как JavaScript и Dart. На рис. 1 представлен график популярности основных веб-фреймворков на данный момент.

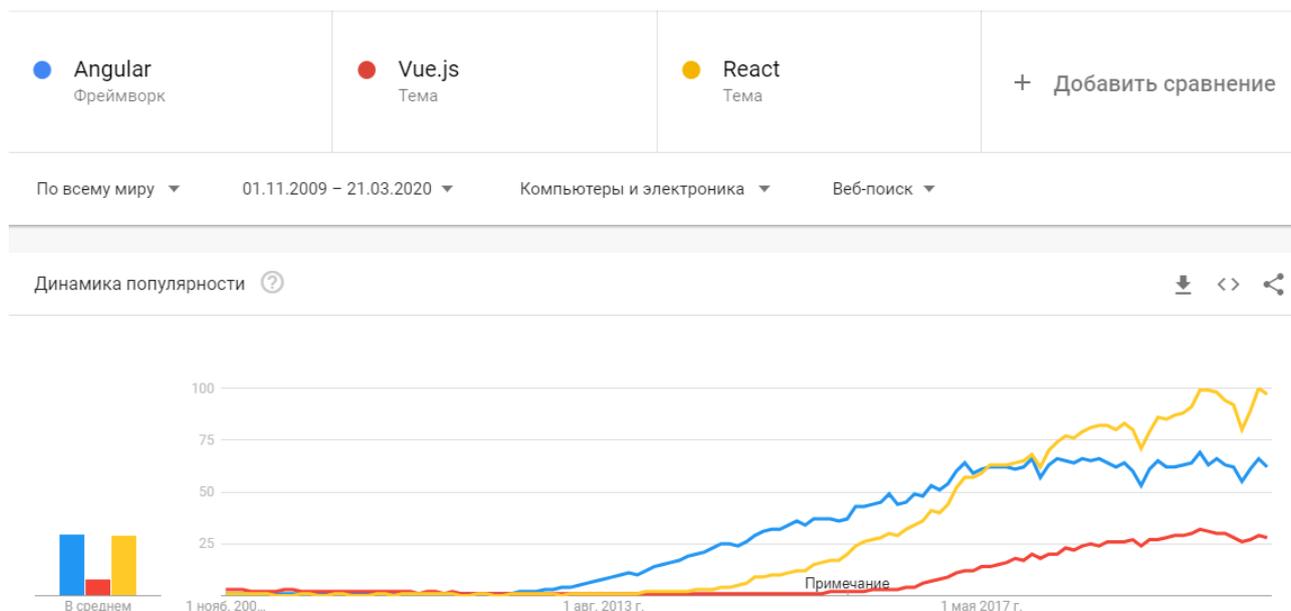


Рис. 1. График популярности различных веб-фреймворков

Таким образом, разработка веб-приложения имеет большую значимость в работе сотрудников, так как оно будет работать независимо от текущего местоположения сотрудника (например, данные можно будет добавлять вне предприятия) и от того устройства, что он использует (на данный момент используется лишь один компьютер с копией программы для работы с данными), а также иметь современный, удобный и интуитивно-понятный дизайн.

### Список литературы

1. Разработка ИС обработка данных на предприятии – Информо [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.informio.ru/publications/id4204/Razrabotka-IS-obrabotka-dannyh-na-predpriyatii> (дата обращения: 17.12.2019)
2. Флегонтов Александр Владимирович, Фомин Владимир Владимирович Система интеллектуальной обработки данных // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2013. №154 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-intellektualnoy-obrabotki-dannyh> (дата обращения: 17.12.2019).
3. Прайс-лист | mapinfo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mapinfo.ru/price> (дата обращения: 19.12.2019)

**Кузнецова Д.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [daria.kuznetsova96@mail.ru](mailto:daria.kuznetsova96@mail.ru)

Научный руководитель: Бутаков С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЭКО-ДОМА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

В настоящее время основой энергетики является, главным образом, использование углеводородного сырья. Однако, данный вид топлива относится к невозобновляемым источникам энергии. Необходимость поиска иных вариантов обеспечения энергией обосновывает увеличение роли нетрадиционных источников энергии.

Западные страны активно стимулируют научные разработки в области альтернативной энергетики, в частности, возобновляемой энергетики. В России постепенно также повышается интерес к использованию новых, альтернативных источников энергии.

К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) принято относить солнечную, ветровую, геотермальную энергию, гидроэнергию, а также биомассу и низкопотенциальное тепло земли, воды и воздуха [1].

В сентябре 2015 года в Правительстве России был представлен аналитический доклад «Оценка целесообразности перехода субъектов Российской Федерации на местные и возобновляемые виды топлива» [2]. В данном докладе были подробно рассмотрены десять субъектов, среди которых также была перечислена Архангельская область. Наиболее рациональным в использовании видом альтернативной энергии для Архангельского региона была признана биомасса. Уровень инсоляции области, в свою очередь, является недостаточным для развития солнечной энергетики. В то же время Архангельская область обладает достаточным ветроэнергетическим потенциалом. По данным специалистов Российской ассоциации ветроэнергетики, наиболее перспективными представляются районы Мезенской губы и Онеги, а также Северодвинска, где среднегодовая скорость ветра составляет от 5 до 8,5 м/с. Такой ветровой потенциал позволит эффективно использовать ветроэнергетические установки.

К настоящему времени было произведено строительство ветропарков в Лешуконском, Мезенском и Приморском районах. Одна из перспективных площадок для сооружения ветропарка – это побережье Мезенского залива Белого моря. Сейчас уже существует ветродизельный комплекс в п. Долгощелье Мезенского района с установленной мощностью 90 кВт. Кроме того, на территории перечисленных районов создан ряд ветроэнергетических установок малой мощности. На сегодняшний день все установки выведены из эксплуатации. Основной причиной технической неисправности признана поломка АКБ.

Главным недостатком ветровой энергетики в Архангельской области является отсутствие специально обученного персонала, обладающего знаниями о правильной эксплуатации ВЭУ, а также труднодоступность (до большинства ВЭУ необходимо добираться самолетами).

Таким образом, строительство крупномасштабных ветропарков с целью обеспечения энергией промышленных объектов и населенных пунктов в Архангельской области принято считать неэффективным. Рассмотрим целесообразность применения ветрогенератора для единичного здания – двухэтажного коттеджа. В настоящее время в сфере энергоэффективного строительства набирает популярность явление «экодома».

Энергоэффективный дом (другое название – «пассивный дом» от немецкого *Passivhaus* [3]) представляет собой здание, основной особенностью которого является низкое энергопотребление. В свою очередь, экодом является сооружением, изготовленными из экологичных материалов, которые способствуют созданию здорового микроклимата внутри. В экодоме используются альтернативные источники энергии. Считается, что экодом должен обладать эстетической привлекательностью. Однако архитектурные решения прежде всего должны быть направлены на обеспечение оптимальной работы энергетических систем, а также на уменьшение потерь тепла и, следовательно, сокращение энергозатрат.

В первую очередь, при проектировании экодома следует обратить внимание на энергосберегающие мероприятия, которые позволят усилить энергоэффективность здания и экономическую целесообразность в целом путем уменьшения теплопотерь. Уделяется внимание усиленной теплоизоляции. В качестве строительного материала для проекта эко-дома в Архангельской области можно использовать сип-панели. В сравнении с более традиционными строительными материалами, сип-панели обладают рядом преимуществ. Некоторые сравнительные критерии рассмотрены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная матрица сип-панелей, кирпичной кладки и деревянного бруса

	сип-панели	кирпич силикатный	деревянный брус
Коэффициент теплового сопротивления, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	4,59	0,3	3,16
Стоимость ( $\text{м}^2$ )	793 руб.	1350 руб.	8700 ( $\text{м}^3$ )
Сложность монтажа	просто	просто	сложно
Время возведения здания	1 мес.	8-10 мес.	~3 года

Другим мероприятием по увеличению энергоэффективности экодома является выбор окон. Для оптимальной инсоляции комнаты пристройки в целях экономии электричества, затрачиваемого на освещение, устанавливаем окна в крыше. В том случае, если для обеспечения энергией,

мы выберем ветрогенератор, необходимо учитывать высокую скорость ветра местности. Поэтому для данного частного случая можно использовать ветроотбойный козырек.

На рис. 1 и 2 представлен проект эко-дома.

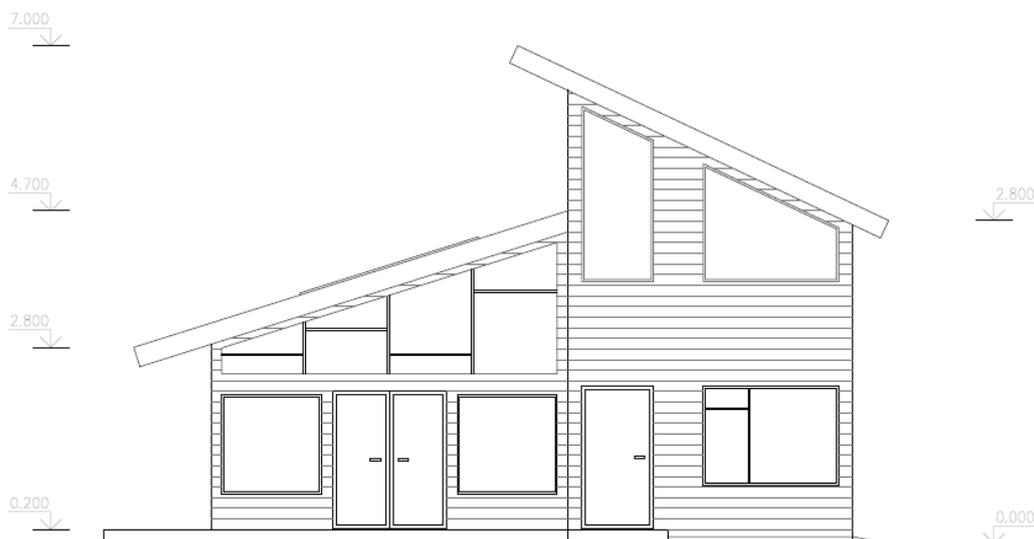


Рис. 1. Проект эко-дома, передний фасад

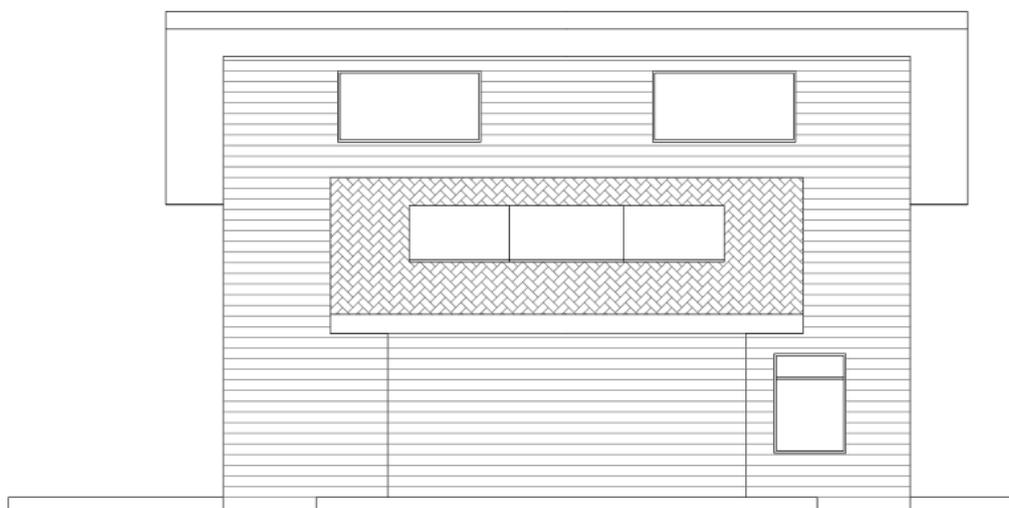


Рис. 2. Проект эко-дома, боковой фасад

Для определения среднегодового потребления энергии необходимо учитывать потребление энергии на отопление и ГВС и на электроснабжение.

В коттедже условно проживают 4 человека. В среднем, при наличии в здании стандартных бытовых и электрических приборов, электрическая мощность составляет 5 кВт. Коттедж состоит из двух частей: основного здания и пристройки. Общая площадь ограждающих конструкций из сип-панелей составляет 122 м<sup>2</sup>.

Производим приблизительный расчет теплотерь здания:

$$Q_{зд} = \frac{S \cdot T}{R} \quad (1)$$

где  $S$  – общая площадь конструкции,  $m^2$ ;  $T$  – разница температур между внутренним и наружным воздухом,  $^{\circ}C$ ;  $R$  – тепловое сопротивление конструкции, для сип-панелей  $R = 4,59 m^2 \cdot ^{\circ}C / Вт$ .

Для строительства здания, оснащенного ветрогенератором, наиболее приемлемым является Мезенский район. Температура наиболее холодной пятидневки в данном районе составляет  $-39^{\circ}C$  [4]. Таким образом, разница температур:

$$T = t_{в} - t_{но} = 20 - (-39) = 59^{\circ}C.$$

$$Q_{зд} = \frac{122 \cdot 59}{4,59} = 1568 \text{ Вт} = 1,57 \text{ кВт}.$$

Мощность системы отопления вычисляется в зависимости от значения теплотерь ограждающих конструкций:

$$P = 1,2 Q_{зд} = 1,88 \text{ кВт}.$$

Учитывая среднее потребление энергии на ГВС, среднегодовая мощность на отопление и ГВС составит 10 кВт. Суммарная (электрическая и тепловая) мощность составляет 15 кВт. Как было отмечено выше, средняя скорость ветра в Мезенском районе (Мезенская губа) составляет в среднем от 5 до 8,5 м/с. Принимаем среднее значение 6,5 м/с.

Энергия, потребляемая коттеджем за год:  $Q_{год} = 15 \cdot 24 \cdot 365 = 131400 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}$ .

Подбираем ветрогенератор достаточной мощности при условии его работы в течение 200 дней в году. Требуемая мощность ветрогенератора составляет 27 кВт. Подбираем три ветрогенератора мощностью 10 кВт, высотой 6 м.

Стоимость данной конфигурации составляет 735000 руб.

Затраты на электроэнергию в Мезенском районе оцениваются в 5,49 кВт·ч. Стоимость тепловой энергии – 1566,86 руб./Гкал = 1,34 руб./кВт·ч.

Таким образом, определим выгоду от сэкономленной электроэнергии:  $131400 \cdot 5,49 \cdot 0,33 = 240462$  руб. Выгода от сэкономленной тепловой энергии за год:  $131400 \cdot 1,34 \cdot 0,66 = 117384$  руб. Суммарная выгода от сэкономленной энергии за год составляет  $240462 + 117384 = 357846$  руб.

Находим срок окупаемости ветроэнергетических установок:

$$\frac{735000}{357846} = 2 \text{ года}.$$

Таким образом, ветрогенераторы окупятся за 2 года, что позволяет считать их установку экономически целесообразной.

## Список литературы

1. Морозов А.А. Оценка перспективы применения альтернативных источников энергии для коттеджей. Наука, техника и образование, 2017 г.
2. Официальный сайт аналитического центра при правительстве Российской Федерации, режим доступа: [https://ac.gov.ru/uploads/Projects/PDF/8083\[1\].pdf](https://ac.gov.ru/uploads/Projects/PDF/8083[1].pdf), свободный.
3. Passivhaus bauen, режим доступа: <https://www.haus.de/thema/passivhaus-24276>, свободный.
4. СП.131.13330.2019. Строительная климатология.

**Лазарев А.Е.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [lazarev.a@edu.narfu.ru](mailto:lazarev.a@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Волков А.С., старший преподаватель кафедры фундаментальной и прикладной физики

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ СИГНАТУР НА ПОЛИГОНАХ И СВАЛКАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В наше время существует большая проблема пожаров на полигонах и свалках твердых бытовых отходов (ТБО), но мало кто задумывается об экономических, социальных и экологических неблагоприятных последствиях этого явления. Примерами таких последствий являются ущерб природе и окружающей среде; экономические потери; вред здоровью населения от загрязнений и ядовитых веществ, выделяющихся при горении мусора; затраты на ликвидацию последствий возгорания [1].

При обзоре принципов захоронения ТБО было выяснено, что основными причинами возгорания становятся поджоги, высокая температура внутренних слоев грунта свалки и выделение метана (он усложняет тушение пожара) [1]. Примером экономических последствий пожара на свалках можно привести случай на полигоне ТБО в июне 2013 года в Самарской области. Предполагаемый ущерб, нанесенный возгоранием, администрация города оценила в 100 млн. руб. [1].

Но что хуже – это вред здоровью человека. Так изменение в здоровье людей может выражаться в полной или частичной потере жизнеобеспечивающих функций организма. В случае возгорания на свалках воздействие на организм человека происходит мгновенно, поскольку даже разовый выброс загрязняющих веществ многократно превышает санитарно-гигиенические нормативы. Поэтому количество случаев возгорания свалок ТБО надо минимизировать. На данный момент в Архангельской области и да-

же в России в целом нет единой системы контроля за состоянием свалок. Решить обозначенную проблему могла бы разработка беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [2] с использованием алгоритмов искусственного интеллекта, позволяющего определять тепловые сигнатуры на полигонах ТБО.

Предполагается, что данный автоматизированный комплекс будет применяться компанией, обслуживающей полигон с ТБО. При внедрении его на свалки ТБО будут минимизированы риски их возгорания и неконтролируемого загрязнения окружающей среды, что поможет увеличить экологичность и снизить вред человеческому здоровью. Компании, обслуживающие свалки с ТБО, снизят расходы на контроль за состоянием свалки и её тушение.

Инновационная часть состоит в разработке системы управления, основанной на применении искусственного интеллекта с ограничением по памяти. Его основной задачей будет анализ текущей обстановки окружения и принятия решения. Основные предметы анализа: состояние работоспособности квадрокоптера, погодные условия, степень загрязнения свалки, тепловые сигнатуры почвы и скопление газа. Исходя из проанализированных данных, он будет составлять полётный лист и редактировать маршрут полета. БПЛА генерирует большие объемы данных, которые не может обрабатывать человек самостоятельно.

Для восприятия процессов окружающей среды и захвата изображений в квадрокоптере используются следующие компоненты: фотокамера; инфракрасная камера; газоанализирующие датчики.

После того, как квадрокоптер соберет с помощью датчиков и других устройств данные, их необходимо проанализировать, чтобы извлечь содержательную информацию в определенных целях.

С помощью микрокомпьютера происходит извлечение, анализ и распознавание полезной информации.

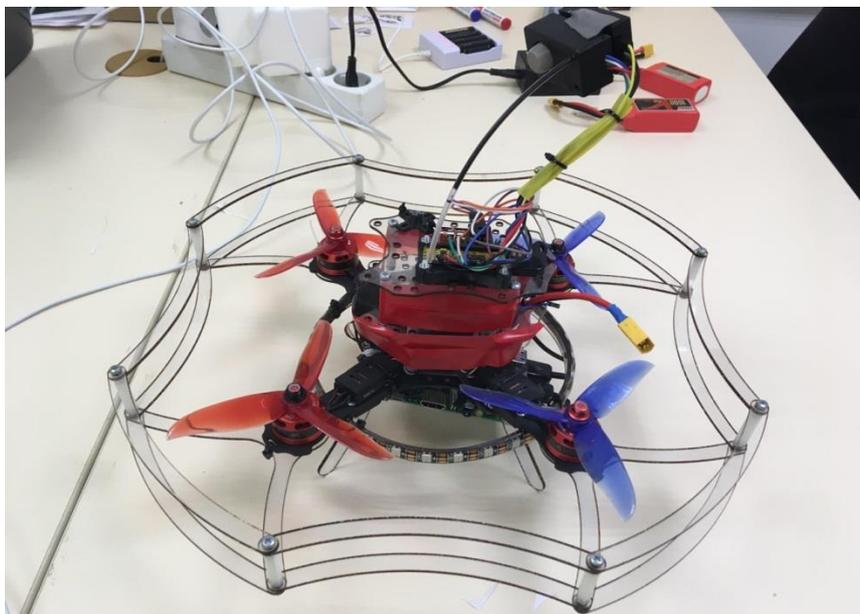
При разработке проекта были проведены работы по созданию корпуса квадрокоптера с повышенным временем, грузоподъемностью и стабильностью полета. Были разработаны складные ножки, которые убираются при взлете, что дает повышенную мобильность при полете (рис. 1), а аэродинамичный корпус в форме овала с плоской нижней частью повышает скорость и создает защиту от погодных условий из-за своей герметичной конструкции [3].

Для зарядки и хранения квадрокоптера будет установлена станция с защитой от погодных условий. Это позволит снизить риск внепланового выхода из строя его систем.

Принцип действия комплекса:

1. БПЛА под управление оператора совершает полет с целью сбора данных о полигоне;

2. данные, полученные с БПЛА, загружаются в программу управления мультикоптера для построения полетных маршрутов, зависящих от погоды, времени года и других условий, влияющих на состояние полигона ТБО;
3. оператор совершает тестовый полет с достройкой БПЛА;
4. далее ежедневный запуск мультикоптера происходит нажатием одной кнопки и управление оператором не требуется.



*Рис. 1.* Тестовый квадрокоптер Клевер 3 с установленным газоанализатором

Отличием комплекса с квадрокоптером от всех существующих систем контроля за свалками ТБО является не стационарная установка датчиков на полигоне, а разработка подвижного комплекса. Стационарный комплекс собирает данные только с одной конкретной точки, что не позволяет точно контролировать процессы, происходящие на свалке, так как свалка каждый день растет в высоту и в длину. При использовании стационарного комплекса есть риск, что его могут повредить мусоровозы или бульдозеры, работающие на свалке. Комплекс на основе квадрокоптера лишен всех этих недостатков и имеет ряд преимуществ. Качество полученных данных выше, так как замеры производятся в разных точках. Возможность сбора статистических видео данных повышает актуальность собранной информации. Квадрокоптер может выполнять полеты в трудных условиях местности и при отсутствии сигнала, так как маршрут полета составляется заранее и заложен в памяти микрокомпьютера. При установке комплекса на основе квадрокоптера роль оператора по управлению БПЛА исполняет микрокомпьютер. В случае, если система заметит возможное возгорание, то отправит уведомление об этом на пост охраны свалки.

Разрабатываемый БПЛА может применяться не только за контролем свалок, но и в торфяных зонах и оценивать количество газа вокруг заводов

с высокой степенью возгорания. Данные аппараты могут быть широко применены в различных сферах жизни в дальнейшем, например, для контроля качества строительства; для исследования Арктики; для мониторинга торфяников на предмет возгорания и тления торфа; для мониторинга состояния свалок ТБО и в других сферах деятельности.

### Список литературы

1. Научная работа / Причины возгораний на свалках ТБО/ Источник URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-vozgoraniy-na-svalkah-tbo/viewer> (дата обращения: 05.03.2020)
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. Мак Лэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. –312 с.
3. Аэронет / Источник URL: <https://nti2035.ru/markets/aeronet> (дата обращения: 05.03.2020)

### Лазарева И.В.

магистрант Высшей школы естественных наук и технологий, [lazar0903@mail.ru](mailto:lazar0903@mail.ru)  
Научный руководитель: Сунгурова Н.Р., д-р с.-х. наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

## СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

Полуостров Крым является уникальной природно-климатической территорией, где ещё с давних времен образовались необычайно красивые и важные объекты ландшафтной архитектуры.

Местные жители Крыма считают, что основоположником развития ландшафтной архитектуры в России является не только город Санкт-Петербург, но и Республика Крым.

С давних времен на территории полуострова сохранилось множество старинных парков и дворцов, которые были созданы еще при правлении выдающихся царей российской империи. Все эти объекты являются основной структурой системы озеленения Крыма.

Полуостров богат не только красивыми парками, садами, природными заповедниками, но ещё особенное внимание хочется уделить очень впечатляющему ботаническому саду, площадь которого составляет 40 га. Всего на территории полуострова произрастает более двух тысяч видов растений, около 260 из них занесены в Красную книгу. Некоторые из них можно встретить в Никитском ботаническом саду, а также многие другие виды растений, которые там прижились (табл. 1).

## Ассортимент древесно-кустарниковых пород

№	Название вида	Латинское название
<i>Древесные виды растений</i>		
1	Кедр ливанский	<i>Cedrus libani</i>
2	Кипарис калифорнийский	<i>Cupressus goveniana</i>
3	Алтайский кедр	<i>Pinus Altai</i>
4	Сибирский кедр	<i>Pinus sibirica</i>
5	Болотный кипарис обыкновенный	<i>Taxodium distichum</i>
6	Кипарис арizonский	<i>Cupressus arizonica</i>
7	Магнолия крупноцветковая	<i>Magnolia grandiflora</i>
8	Кедр гималайский	<i>Cedrus deodara</i>
9	Глициния китайская или вистерия	<i>Wisteria</i>
10	Сосна итальянская	<i>Pinus pinea</i>
11	Бамбук	<i>Bambusa</i>
12	Тис ягодный	<i>Taxus baccata</i>
13	Секвойядендрон гигантский	<i>Sequoiadendron giganteum</i>
14	Секвойя вечнозеленая	<i>Sequoia sempervirens</i>
15	Плакучий кедр	<i>Cedrus fletus</i>
16	Испанская пихта	<i>Abies pinsapo</i>
17	Дуб пушистый	<i>Quercus pubescens</i>
18	Гранат обыкновенный	<i>Punica granatum</i>
19	Земляничник мелкоплодный	<i>Arbutus andrachne</i>
20	Дуб каменный	<i>Quercus ilex</i>
21	Дуб травolistный калифорнийский	<i>Quercus agrifolia</i>
22	Кипарис крупноплодный	<i>Cupressus macrocarpa</i>
23	Лавр благородный	<i>Laurus nobilis</i>
24	Сосна итальянская	<i>Pinus pinea</i>
25	Платан восточный	<i>Platanus orientalis</i>
26	Юкка	<i>Yucca</i>
27	Пальма	<i>Palmae</i>
<i>Кустарниковые виды растений</i>		
1	Олеандр	<i>Nerium</i>
2	Магония падуболистная	<i>Mahonia aquifolium</i>
3	Малина обыкновенная	<i>Rubus idaeus</i>
4	Жасмин лекарственный	<i>Jasminum officinale</i>
5	Жимолость	<i>Lonicera</i>
6	Калина морщинистолистная	<i>Viburnum rhytidophyllum</i>
7	Лавровишня	<i>Prunus laurocerasus</i>

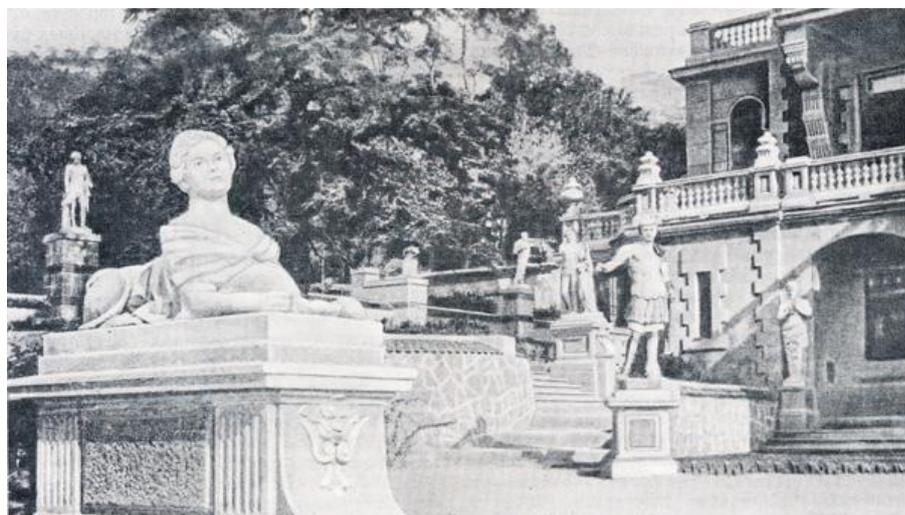
В ботаническом саду за насаждениями пристально следят и подвергают особому уходу. Гостям сада запрещено рвать цветы, листья и пробовать плоды, потому что некоторые из них могут быть ядовиты для человека.

Так как Никитский ботанический сад тесно сотрудничает с Таврическим национальным университетом (ТНУ) имени В. И. Вернадского, ежегодно студенты данного ВУЗа приезжают на практику в Никитский бота-

нический сад, чтобы усовершенствовать свои навыки в декоративном растениеводстве, ботанике, дендрологии, садоводстве. Закрепляют знания о понятии зимостойкость древесных и кустарниковых пород и определяют её в натуре, а также знакомятся с основными видами работ по уходу за насаждениями. Также, Никитский ботанический сад принимает студентов для прохождения практики со всей России.

Создав свою лабораторию, ботанический сад производит выпуск полезных лекарственных препаратов. Эти препараты помогают людям, у кого есть проблемы с сосудистой нервной системой, давлением и многими другими заболеваниями. Все лекарства сертифицированы и созданы из существующего ассортимента Никитского ботанического сада [1].

Если говорить о проектировании ландшафтных объектов в целом на территории Крыма, они в основном проектируются в пейзажном стиле, чтобы приблизить людей максимально к природе. В парках, скверах, садах встречаются скульптуры или фонтаны, сделанные из белого камня, благодаря которому территория выглядит изысканно и величественно (рис. 1), еще реже можно увидеть небольшие водоёмы и садовые бассейны. Изюминкой озеленения являются стриженные формы кустарниковых пород, но больше всего поражают многовековые редкие деревья и кустарники.



*Рис. 1.* Скульптурные композиции на территории Массандры

Зачастую, все привыкли считать, что парки несут за собой только функцию отдыха, прогулок и эстетического восприятия, но тем не менее, в парках можно изучать виды древесно-кустарниковых пород, цветов и трав, которые там встречаются. В этом помогают специально организованные информационные стенды и таблички, где размещена вся важная информация о встречающихся видах растительности.

Так как Крым считается процветающим туристическим местом, на помощь в изучении всех природных диковин полуострова придут экскурсоводы и волонтеры.

В формировании системы озеленения полуострова Крым сыграли несколько важных факторов, а именно: мягкий степной и влажный климат, необычный рельеф местности, исторические условия и средиземноморский тип местной природной флоры.

Многое в ландшафте южного берега Крыма соответствовало сложившейся пейзажно-романтической моде: экзотическая растительность, причудливые нагромождения скал, оваянные легендами развалины средневековых построек.

Во многих случаях крутые ниспадающие к морю склоны террасировались. Террасный принцип устройства парка, в особенности центральной придворцовой части, дополняет его в целом свободную пейзажную планировку. Такое сочетание двух разных приемов в пределах одного паркового ансамбля является весьма типичным для южного берега Крыма [2].

В Крыму в настоящее время фиксируются небольшие землетрясения, особенно в осенний и весенний периоды. Местные жители подземных толчков практически не ощущают, заметны лишь небольшие трещинки на стенах зданий и сооружений. Большого ущерба землетрясение не приносит. Из-за землетрясения, каждый год холмы и горы вырастают на 1 см. Этот фактор неизменно влияет на систему озеленения города. Чтобы не было обвала горных пород на дороги и населенные пункты, на склонах высаживают определенные виды растений, например: можжевельник обыкновенный, морщинистая роза, ива сетчатая, лох серебристый, клен татарский, пузыреплодник.

Главная гряда Крымских гор защищает побережье от холодных северных ветров зимой и степного зноя летом, а близость теплых вод незамерзающего моря смягчает температурный режим: от 24° в августе до 3,4° зимой. Велика и продолжительность солнечного сияния: в Алушке она равна 2150 ч в год, на 590 ч больше, чем в Москве. Относительная влажность воздуха здесь составляет в среднем около 80 % [3].

Общая площадь парковых насаждений в Крыму составляет около 1500 га, из которых около 400 га находится на южном берегу. Наиболее ценные, исторически возникшие сады и парки сосредоточены преимущественно в районе Ялты, Алушки, Гурзуфа. В других местах также имеются парковые ансамбли, хотя и меньших размеров (кроме Фороса), но представляющие большой интерес, в том числе в Алуште, Симферополе, Севастополе, Евпатории [2].

Зеленые насаждения имеют большое *санитарно-гигиеническое значение*, а в курортном месте это является еще более значимым фактором. Растения влияют на температурно-влажностный режим: даже небольшой зеленый массив снижает температуру летом на несколько градусов не только внутри себя, но и в прилегающих районах. Растения обладают большой испаряющей способностью, стимулируют.

Зеленые насаждения имеют важное *эстетическое значение*. Они являются полноправным компонентом эстетики и архитектуры города. С помощью озеленения можно объединить в единое целое отдельные здания, создать пространственную композицию, заметно обогатить облик города, придать черты индивидуальной выразительности любому району города [4].

*Утилитарную* роль зеленые насаждения играют при формировании разделительной полосы на транспортных магистралях, при создании санитарно защитных зон, ограждении участков, укреплении откосов, прекращающих процессы оврагообразования. Озеленение помогает предотвращать снежные заносы, а где требуется, наоборот, формировать достаточный снежный покров.

Система озеленения является важнейшим составляющим элементом города и занимает значительное пространство на его территории.



Рис. 2. Озеленение территории при Воронцовском дворце

В табл. 2 приведены три категории функционального назначений насаждений, которые встречаются на полуострове Крым.

Таблица 2

Категории функционального назначений насаждений

№	Категории	Примеры
1	Общего пользования	Загородные лесопарки, городские и районные парки, сады, скверы, бульвары, насаждения на улицах и площадях
2	Ограниченного пользования	Внутриквартальные насаждения (за исключением садов микрорайонов), придомовое озеленение, насаждения на территории учреждений и предприятий (например, при учебных заведениях, детских садах, больницах)
3	Специального назначения	Санитарно-защитные и водоохранные зоны, ботанические и зоологические сады, питомники, кладбища

Насаждения общего, ограниченного и специального назначения вместе составляют систему озеленения города.

Полуостров Крым богат невероятными памятниками ландшафтной архитектуры, которые несут важные функции и значения в планировке территорий. Все эти объекты грамотно вписываются в систему озеленения Крыма. Поэтому не зря Крым считается одним из главных и ведущих памятников ландшафтного строительства [4].

### Список литературы

1. Никитский ботанический сад [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: <http://nikitasad.ru/>, свободный (дата обращения: 20.03.20). – Загл. с экрана.

2. Садово-парковые ансамбли Крыма [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: [http://landscape.totalarch.com/russian\\_gardens/crimea](http://landscape.totalarch.com/russian_gardens/crimea), свободный (дата обращения: 22.03.20). – Загл. с экрана.

3. Климат Крыма [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>, свободный (дата обращения: 22.03.20). – Загл. с экрана.

4. Система озеленения города [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: [https://studopedia.su/10\\_105904\\_sistema-ozeleneniya-goroda.html](https://studopedia.su/10_105904_sistema-ozeleneniya-goroda.html), свободный (дата обращения: 22.03.20). – Загл. с экрана.

5. СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, 2000.

### Левчук И.А.

студент Технического колледжа филиала САФУ в Северодвинске

Научный руководитель: Полевая А.А., преподаватель Технического колледжа

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Судовая электроэнергетическая система – это система, которая представляет собой совокупность источников, токораспределительных устройств, преобразователей электрической энергии, электрических сетей и потребителей, объединенных процессом производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

В качестве источников электрической энергии на судах применяются дизель-генераторы, турбогенераторы и валогенераторы постоянного и переменного тока, а также аккумуляторы. В качестве преобразователей электрической энергии используются электромашинные (вращающиеся) и статические агрегаты. Передача и распределение электрической энергии на судах осуществляются с помощью кабелей и шинопроводов. Токораспределительными устройствами являются различные по назначению и конструкции электрические щиты с установленными в них аппаратами и приборами.

Рассматриваемая тема актуальна тем, что при нынешнем росте темпов развития экономики, торговых отношений и судоходства возникает необходимость в создании новых судов. А проектирование судовой электроэнергетической системы является очень важной частью в ходе проектирования всего судна. Автоматизация судовой электроэнергетической системы является очень важным аспектом, так как в системе происходит большое количество действий, изменяются параметры, за значениями которых необходимо следить, что для человека почти невыполнимая задача. Для этого и разрабатываются системы автоматического управления на основе микропроцессоров. С помощью вычислительных мощностей микропроцессоров возможно принимать, хранить все данные о работе системы и обрабатывать, и получать на выходе команды для исполнения в реальном времени. Такие системы автоматизации применяются во всех отраслях промышленности, в авиации, робототехнике, военной технике и др. Настройка данных систем осуществляется программированием.

Основой комплекса CODESYS является среда разработки прикладных программ для программируемых логических контроллеров. Она распространяется бесплатно и может быть без ограничений установлена на нескольких рабочих местах.

В CODESYS для программирования доступны все пять определяемых стандартом IEC 61131-3 (МЭК 61131-3) языков:

IL (Instruction List) – ассемблер-подобный язык;

ST (Structured Text) – Pascal-подобный язык;

LD (Ladder Diagram) – язык релейных схем;

FBD (Function Block Diagram) – язык функциональных блоков;

SFC (Sequential Function Chart) – язык диаграмм состояний;

Язык релейных схем предназначен для программирования программируемых логических контроллеров. Синтаксис языка удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Ориентирован на инженеров по автоматизации, работающих на промышленных предприятиях. Обеспечивает наглядный интерфейс логики работы контроллера, облегчающий не только задачи собственно программирования и ввода в эксплуатацию, но и быстрый поиск неполадок в подключаемом к контроллеру оборудовании.

Программа на языке релейной логики имеет наглядный и интуитивно понятный инженерам-электрикам графический интерфейс, представляющий логические операции, как электрическую цепь с замкнутыми и разомкнутыми контактами. Протекание или отсутствие тока в этой цепи соответствует результату логической операции (истина – если ток течёт; ложь – если ток не течёт).

### **Работа в среде программирования CODESYS**

Используя среду программирования CODESYS, а именно язык программирования релейных схем(LD), запрограммируем и визуализируем

работу судовой электроэнергетической системы сухогрузного теплохода типа «Омский».

В визуализации потребители условно изображены кружками, с номер внутри, который соответствует номеру данного потребителя в перечне потребителей электроэнергии, представленной на таблице 2. Генераторы изображены кружками большего размера. Цвет кружков обозначает режим работы, для потребителей зеленый цвет – подключен, красный – отключен, для генераторов: белый – выключен, зеленый – включен.

В работе электроэнергетической системы есть пять основных режимов работы, это следующие режимы:

- стояночный;
- стоянка с грузовыми операциями;
- ходовой;
- аварийный;
- швартовный.

В каждом из них питание получает совокупность потребителей, необходимых для обеспечения нормальной работы судна и его экипажа. Так как нагрузка разная в разные моменты времени соответственно при том, что на судне два основных генератора необходимо водить и выводить их в работу в соответствии с режимом работы системы в данный момент времени, тем самым распределяя нагрузку между параллельно работающими генераторам.

Во время выхода в море генераторы могут выйти из строя, для этого предназначен один резервный генератор, чтобы предотвратить отключения особо ответственных потребителей. Именно поэтому в программе реализована симуляция поломок генераторов. При поломке одного из трех генераторов судно может продолжать нормально функционировать во всех режимах; при поломке двух из трех генераторов возможна работы в стояночной, стояночном с грузовыми операциями, аварийном режимах, работа в ходовом и швартовном режимах возможна только при отключении неответственных потребителей; при аварии на всех генераторах электроэнергетическая система переключается в аварийный режим с питанием от аварийного дизель-генератора. В этом режиме питание получают только особо ответственные потребители.

Неответственные потребители под номерами: 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 42.

Особо ответственные потребители под номерами: 3, 5, 17, 18, 20, 35, 37, 39.

Остальные потребители являются ответственными.

Включение и отключение всей судовой электроэнергетической системы происходит с помощью кнопок «ВКЛ. Сис.» и «ОТКЛ. Сис.» соответственно.

После включения системы автоматически включается генератор и появляется возможность перевести электроэнергетическую систему в один из пяти основных режимов. Кнопка «Режим 1» отвечает за включение стояночного режима, кнопка «Режим 2» – стояночного с грузовыми операциями, кнопка «Режим 3» – маневренного, кнопка «Режим 4» – ходовой, кнопка «Режим 5» – аварийного. Сигнализируют о работе системы в этих режимах кружки «Раб. Р1» – «Раб Р5», которые меняют свой цвет на зеленый, при работе системы в соответствующем режиме.

Работа в системы в каждом из режимов изображена на рис. 1–5.

Переход судовой электроэнергетической системы в аварийный режим с питанием от аварийного источника питания происходит при нажатии на кнопку «Авар. генератор» или при аварии на двух основных и резервном генераторах. Работа системы в данном режиме изображена на рис. 6.

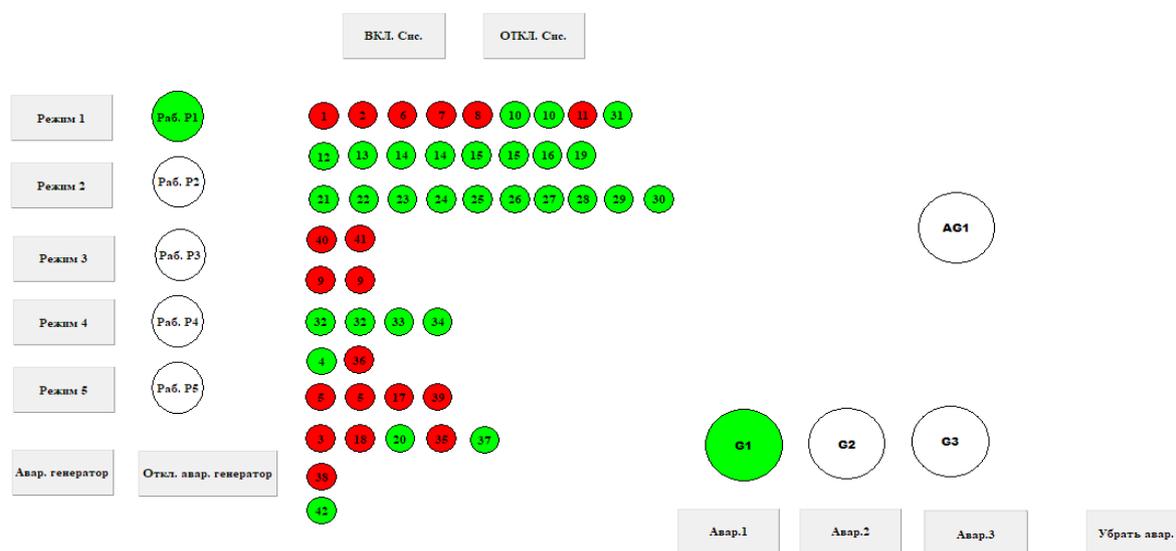


Рис. 1. Работа электроэнергетической системы в стояночном режиме

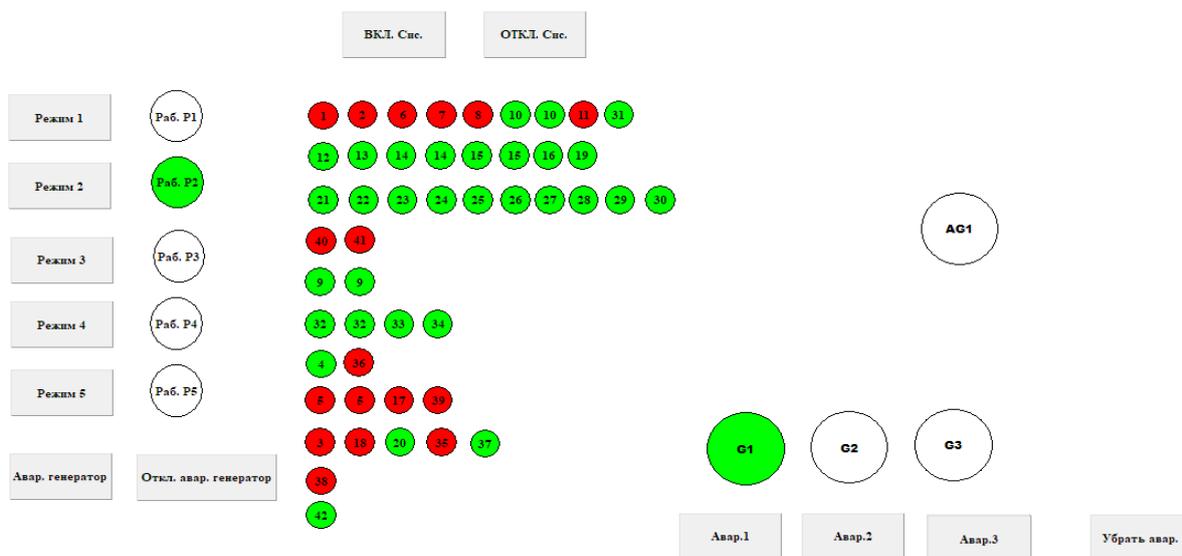


Рис. 2. Работа электроэнергетической системы в стояночном режиме с грузовыми операциями

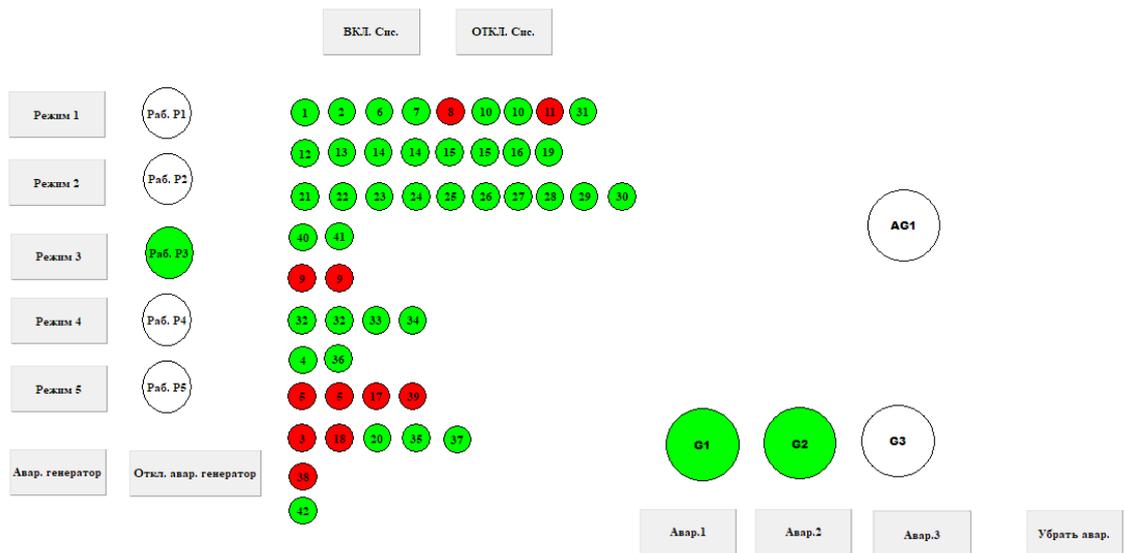


Рис. 3. Работа электроэнергетической системы в режиме маневрирования

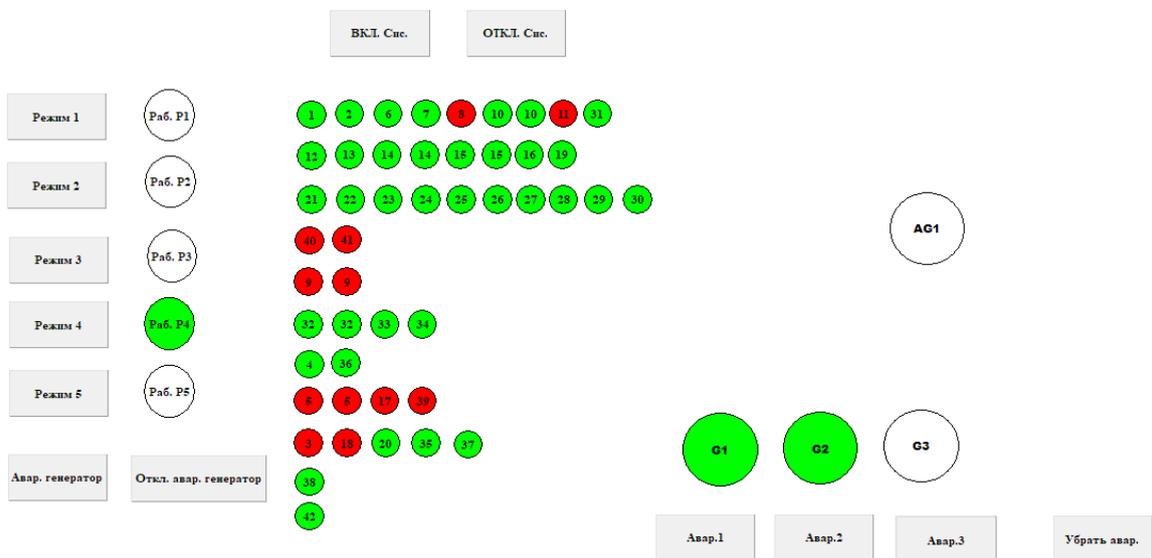


Рис. 4. Работа электроэнергетической системы в ходовом режиме

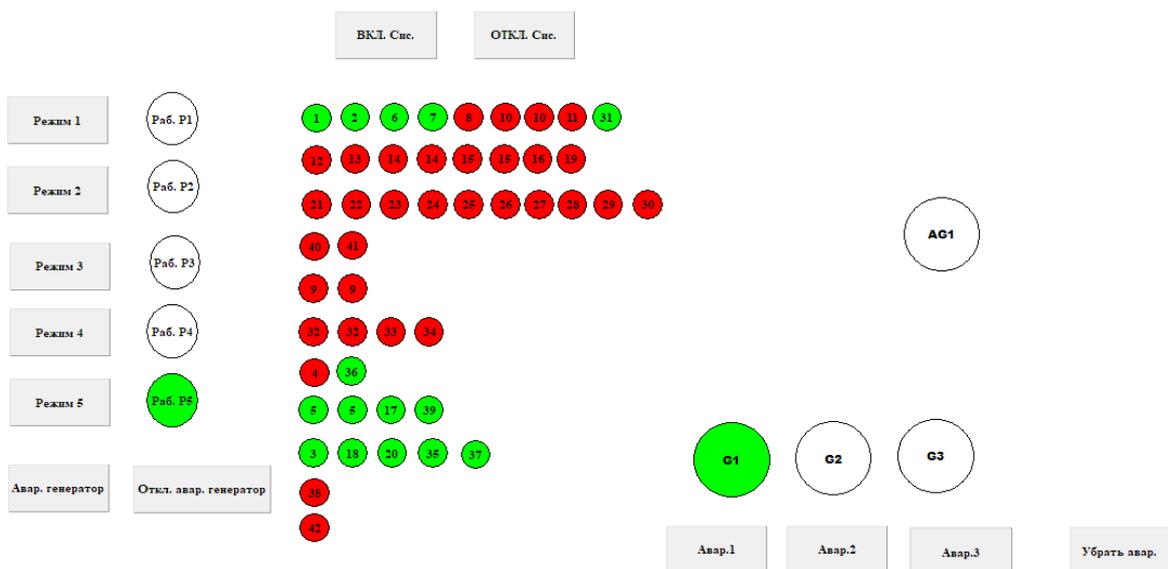


Рис. 5. Работа электроэнергетической системы в аварийном режиме

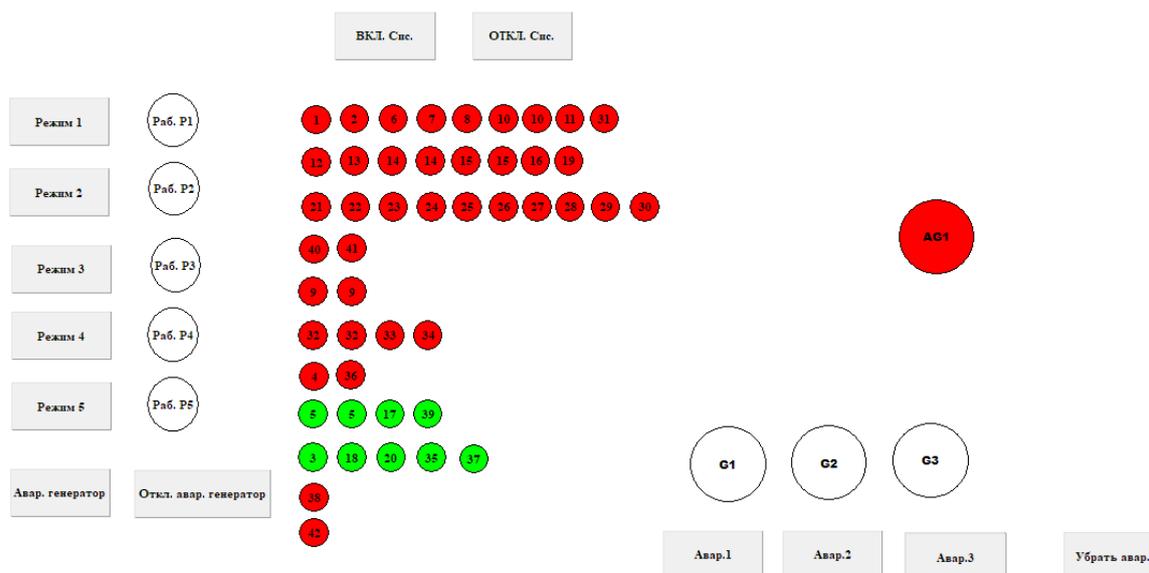


Рис. 6. Работа электроэнергетической системы в аварийном режиме с питанием от аварийного дизель-генератора

Отключение этого режима происходит только при отсутствии аварий хотя бы на одном основном генераторе с помощью кнопки «Откл. Авар. генератор» или выключением все электроэнергетической системы.

Техническая применимость: среда программирования CODESYS позволяет программировать системы почти любой сложности, которым можно найти применение во всех отраслях промышленности.

### Список литературы

1. Александровская А.Н. Автоматика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А.Н. Александровская. – Москва: Академия, 2014. – 256 с.
2. Аполлонский С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. – Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2017. – 256 с. – Доступ из ЭБС ЛАНЬ. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/96241/#2>
3. Бабич А.В. Энергетическое оборудование, механизмы и системы судна [Электронный ресурс]: курс лекций / А.В. Бабич. – Москва: МГАВТ, 2014. – 48 с. – Доступ из ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=476362>
4. Василенко Е.А. Техническая графика [Электронный ресурс]: учебник / Е.А. Василенко, А.А. Чекмарев. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 271 с. – Доступ из ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363575> ]
5. Косыгин И.А. Судовые вспомогательные системы и механизмы [Электронный ресурс]: курс лекций / И.А. Косыгин, О.А. Тюрина. – Москва: Альтаир-МГАВТ, 2015. – 80 с. – Доступ из ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=522702>
6. Кузнецов С.Е. Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации: учебник, CD / С.Е. Кузнецов. – Санкт-Петербург: ГУМРФ им. Адм. С.О. Макарова, 2015. – 584 с.
7. Самойлов Ю.С. Электромонтажник судовой / Ю.С. Самойлов. – Ленинград: Судостроение, 1985. – 320 с.

8. Симоненко А.С. Судовые устройства / А.С. Симоненко. – Ленинград: Судостроение, 1986. – 176 с.
9. Соснин О.М. Средства автоматизации и управления / О.М. Соснин, А.Г. Схиртладзе. – Москва: Академия, 2014. – 240 с.
10. Технология электромонтажных работ на судах: учеб. для судостр. техникум / К.Е. Акулов, Б.Д. Гандин., Ю.П. Шакурин. – Ленинград: Судостроение, 1981. – 340 с.

**Леонов А.С., Кочуков В.А., Носарева М.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
[alex.thunder@tut.by](mailto:alex.thunder@tut.by)

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
[victorkochukow90@gmail.com](mailto:victorkochukow90@gmail.com)

студент Высшей школы психологии, педагогики и физической культуры,  
[margonosareva@yandex.ru](mailto:margonosareva@yandex.ru)

Научные руководители: Деменкова Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий, Сунцов С.А., специальный педагог «Коррекционного центра «Азимут»

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММЫ, НАПРАВЛЕННАЯ НА СОЦИАЛЬНУЮ АДАПТАЦИЮ ДЕТЕЙ С РАС**

**Введение.** Полноценное общение между людьми невозможно без восприятия эмоций, отражающихся на их лицах. Часто вербальная информация от собеседника имеет двоякий смысл и тогда выражение лица говорит об эмоциональном контексте сообщения. Непонимание эмоционального содержания разговора неизбежно приведёт к конфликтным ситуациям, отчуждению от собеседника. Ментальные процессы, обеспечивающие функцию опознания эмоциональных выражений лиц других людей, были обозначены Питером Фонаги как ментализация [6].

Нарушения процессов ментализации чаще всего встречаются при таком синдроме, как расстройства аутистического спектра, развивающегося у детей с полутора-двух лет [1, 3]. Ребёнок не смотрит в глаза собеседнику, не фиксирует взгляд на его лице [2, 7]. Часто при показе фотографии человека он не может определить, смеётся этот человек или глубоко переживает.

Нарушения такого рода невозможно исправить с помощью медикаментов, здесь необходима педагогика, обучение, направленное именно на конкретную цель – опознание эмоций других людей, отражающихся на их лицах.

В специальной педагогике с целью распознавания эмоций других людей используют наглядный материал – фотографии, что сопровождается

ся некоторыми сложностями. Обучение, направленное на конкретную фотографию может привести к тому, что ребёнок будет определять эмоции только на этом снимке, а значит, необходима генерализация навыка, то есть обобщение с использованием фотографий других людей различного пола и возраста.

Применение информационных технологий с этой целью существенно облегчает процесс обучения за счёт гибкого применения стимульных материалов, более широкого спектра различных изображений, удобства в использовании, быстром доступе к нужным снимкам в ситуации занятия. Кроме того, при необходимости возможно использование фотографий близких людей, родственников и знакомых.

**Основная часть.** Созданный интерфейс компьютерной программы учитывает бóльшую часть особенностей обучения: на экран выводятся необходимые фотографии людей, женского и мужского пола, разных возрастов, отражающие различные эмоции.

По различным классификациям эмоций число их у разных авторов различно, связано это с терминологической несовершенностью самого понятия [5]. Чтобы избежать излишней путаницы для работы были выбраны семь эмоций, которые выделил Пол Экман: радость, грусть, гнев, отвращение, презрение, удивление, страх [4]. Обучение распознаванию этих эмоций вполне достаточно для полноценной социальной адаптации детей с аутизмом.

Настройки всего процесса обучения производятся оператором на главном экране созданного приложения (рис. 1). Цвет фона главного окна определяется текущей темой оформления Windows. Это сделано с целью «мягкого» перехода от привычного для пользователя интерфейса операционной системы к интерфейсу созданной программы.

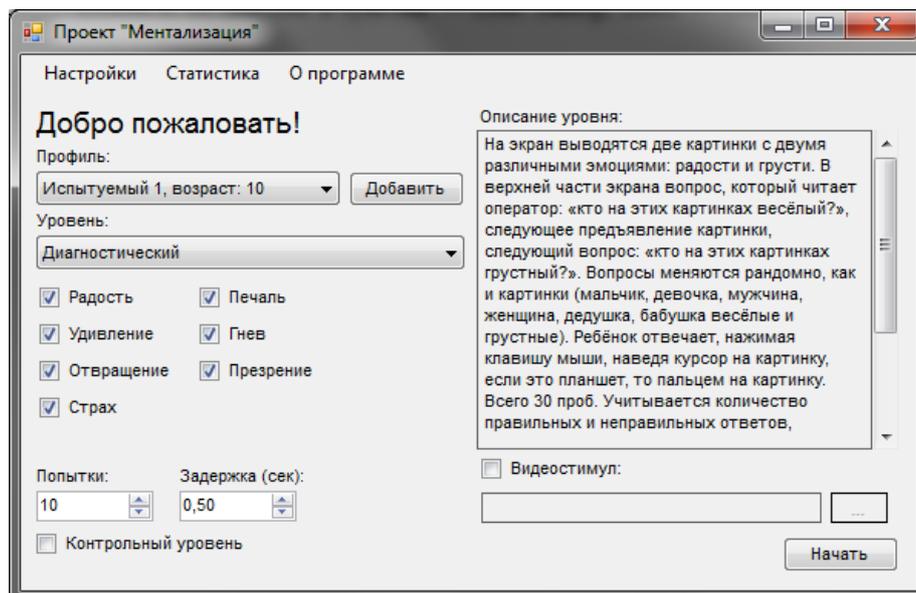


Рис. 1. Интерфейс главного окна

Интерфейс главного окна позволяет переключаться между профилями обучаемых детей, а также, при необходимости, создавать новые. Также можно выбирать уровни обучения, разработанные в соответствии с техническим заданием, и осуществлять их настройки.

В правой части главного экрана расположена информация о выбранном уровне.

В настройках, доступ к которым осуществляется из главного окна, исходя из индивидуальных особенностей обучающегося, можно выбрать цвет фона уровня. Шрифт подсказки целевой эмоции и его размер настраиваются по усмотрению оператора.

Еще одной функциональной особенностью интерфейса уровня является возможность секундного изменения цвета фона на зеленый, при правильном ответе, и красный – при неправильном. Зеленый цвет при правильном ответе с точки зрения психологии восприятия цветов является положительной реакцией программы на предоставленный ответ, красный же цвет характеризует ошибку в ответе и является отрицательной реакцией. Эта функция включается оператором также исходя из особенностей обучающегося (рис. 2).

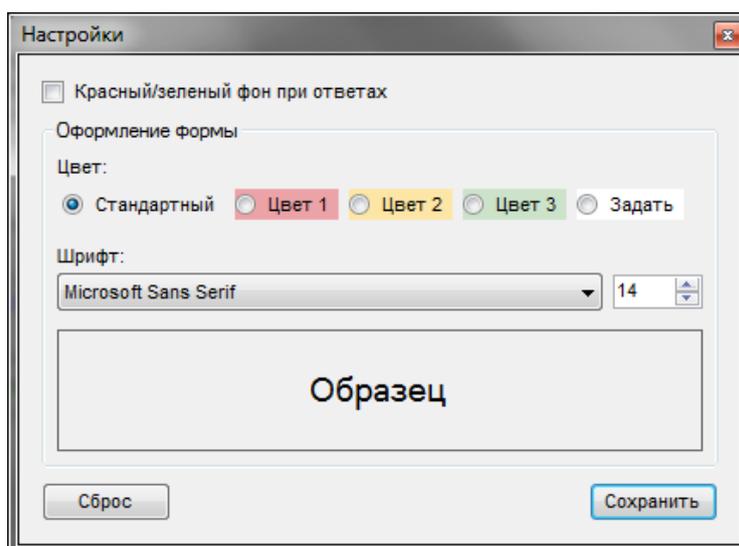


Рис. 2. Интерфейс окна настроек

При создании интерфейса уровня учитывался цвет фона экрана, ввиду того, что искажение психических процессов может непредсказуемо сказаться на реакции ребёнка и яркие цвета могут привлекать внимание больше, чем сами целевые стимулы, в данном случае – фотографии.

Чтобы не отвлекать ребенка от процесса обучения, изначально функциональные кнопки, предназначенные для оператора, на экране обучения не показываются, чтобы не привлекать к себе лишнего внимания. При получении ответа на вопрос они появляются в правом нижнем углу экрана. По своему желанию оператор может пользоваться мышью или клавиату-

рой. Заданная эмоция выводится на экран для обозначения целевой эмоции при выборе между несколькими стимулами. Для удобства оператора в нижней части окна выведен счетчик оставшихся вопросов (рис. 3).

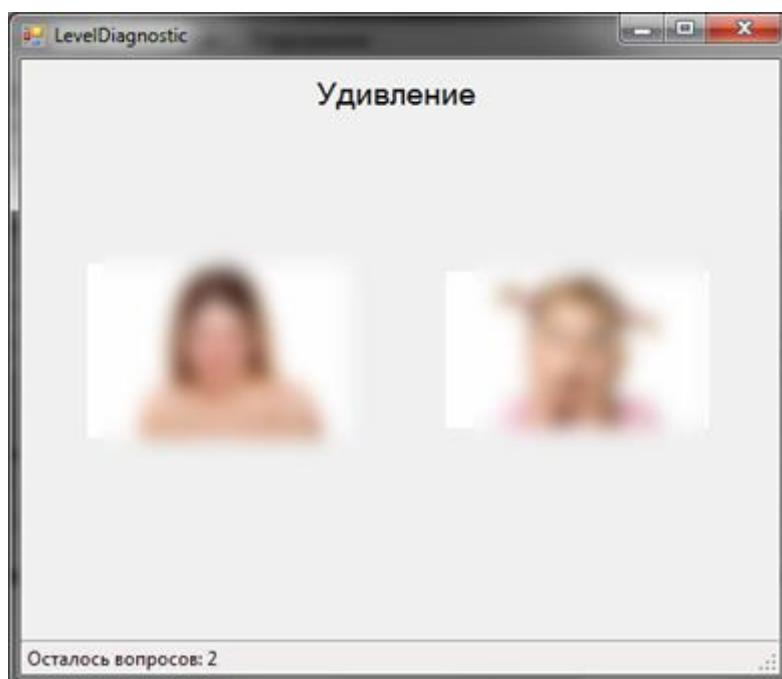


Рис. 3. Интерфейс окна уровня

В программе реализована возможность записи статистических данных о прохождении уровня (рис. 4).

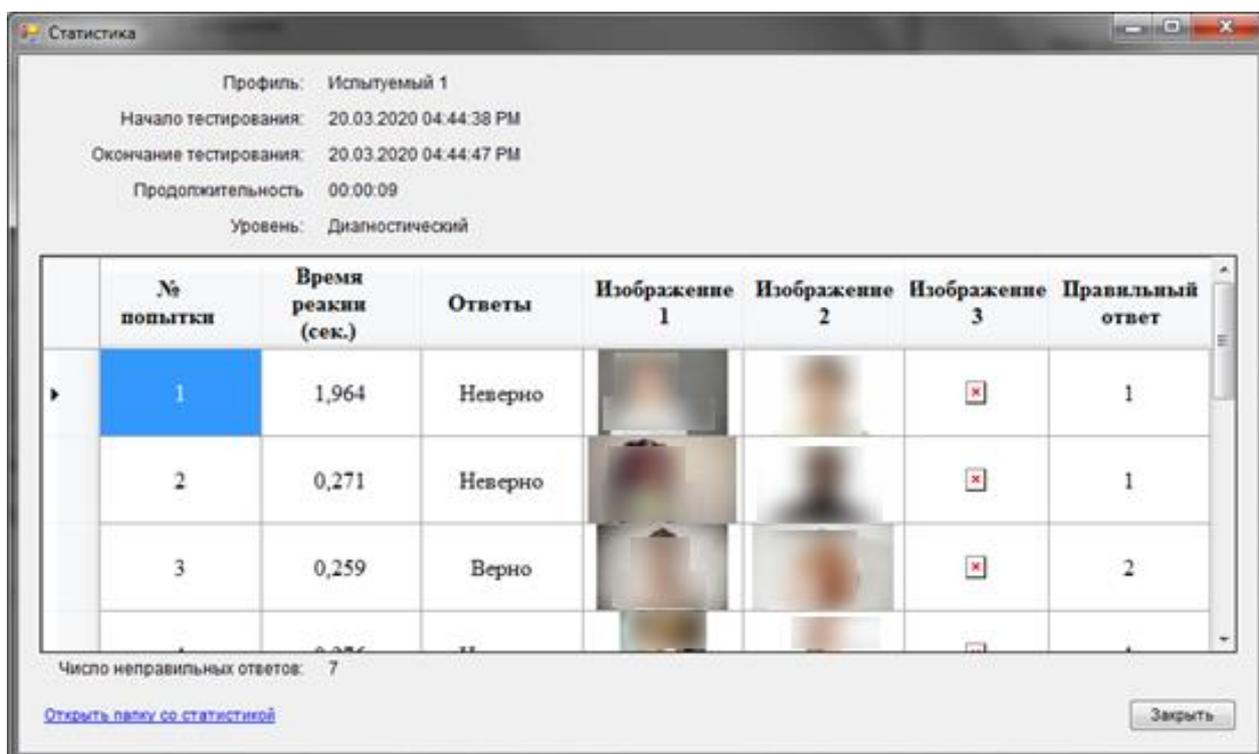


Рис. 4. Интерфейс окна статистики

**Заключение.** Апробация программы проводилась на базе «Коррекционного центра «Азимут» в городе Архангельске, специализирующегося на специальной педагогике в области детского аутизма. Данные предварительных исследований показали действенность предложенной методики (рис. 5), а отсутствие негативных реакций на интерфейс программы говорит об оптимальном решении задачи создания самого интерфейса. На диаграмме представлена динамика обучения ребенка эмоции «Радость» после четырех занятий.

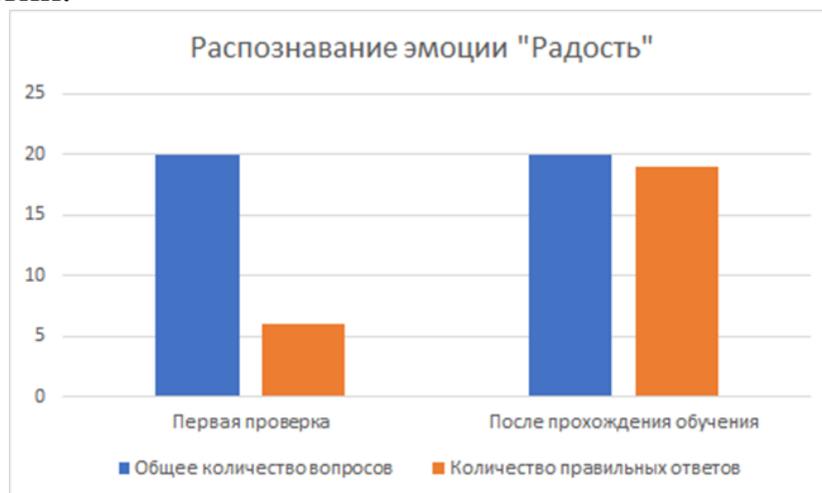


Рис. 5. Динамика обучения ребенка с аутизмом

### Список литературы

1. Лебединский В.В., Никольская О.С., Баенская Е.Р., Либлинг М.М. Эмоциональные нарушения в детском возрасте и их коррекция. М.: Изд-во МГУ, 1990. 196 с.
2. Морозов С.А. Основы диагностики и коррекции расстройств аутистического спектра. М., 2014. 448 с.
3. Никольская О.С., Баенская Е.Р. Коррекция детского аутизма как нарушения аффективной сферы: содержание подхода // Альманах Института коррекционной педагогики. 2014. Альманах №19 URL: <https://alldef.ru/ru/articles/almanah-19/korrekcija-d>. (Дата обращения: 14.01.2019)
4. Экман П. Психология эмоций / СПб.: Питер, 2010. 336 с.
5. Ильин Е. П. Эмоции и чувства. – СПб.: Питер, 2001. 752 с.
6. Фонаги П., Моран Дж.С., Таргет М. Агрессия и психологическая самость. Журнал практической психологии и психоанализа / М.: Институт практической психологии и психоанализа, № 2, 2004.
7. Симашкова Н.В., Ключник Т.П. Клиноко-биологические аспекты расстройств аутистического спектра / под ред. Н.В. Симашковой, Т.П. Ключник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 288 с.

**Львова У.А.**

студент Технического колледжа филиала САФУ в г. Северодвинске

Научный руководитель: Иванова Е.А., преподаватель Технического колледжа

## **ОСОБЕННОСТИ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ С ЧИСЛОВЫМ КОМПОНЕНТОМ В РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ**

Язык народа является отражением его культуры, истории, менталитета. Поэтому изучив языковые особенности можно лучше узнать, чем живут местные жители. Наиболее ярко это можно увидеть во фразеологизмах. В их основе лежит мировосприятие людей, проживающих на определенной территории. В нашем исследовании мы рассматривали фразеологические единицы русского и английского языка, содержащие в себе числа. Числительные являются носителями определенного символического или культурологического смысла, что объясняет частоту их употребления во фразеологических единицах. Кроме того, в комбинации с другими словами, зачастую, приобретают совсем иной смысл.

Термин «фразеологизм» является базовым понятием данной исследовательской работы. Так, В.М. Мокиенко дает следующее определение: «фразеологизм – особая единица языка, состоящая из двух или более раздельно оформленных компонентов и характеризующаяся цельностью значения, воспроизводимостью в речи и устойчивостью лексического состава и синтаксической структуры» [5, 56].

Большой энциклопедический словарь под редакцией В.Н. Ярцевой рассматривает понятие фразеологизма как связанное сочетание слов и предложений, которое характеризуется устойчивостью и воспроизводимостью [8, 628].

Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что фразеологизм является сочетанием слов, характеризуемое устойчивостью, целостностью, повторяемостью и экспрессивностью. Кроме того, в данной работе мы обращались к термину «числительное», определение которого было сформулировано в Большом энциклопедическом словаре под редакцией В.Н. Ярцевой: «числительные – это класс полных слов, обозначающих число, количество, меру и связанные с числом мыслительные категории порядка при счёте». Однако цифровой ряд и ряд числительных совпадают только до известного предела. Для русского языка этот предел – 999. Такие слова, как *тысяча*, *миллион*, *миллиард* и т. д., – уже не являются числительными (равно как и *thousand*, *million*). Это связано с тем, что они могут иметь множественное число [6, 76]. Таким образом, понятие числительного довольно широкое – от цифрового ряда до неопределенно – количественного, однако в настоящей работе мы обратились именно к тем числительным, которые совпадают с цифровым рядом т.к. неопределенно-количественные числительные русского языка, при пере-

воде на английский трансформируются в другие части речи, преимущественно в наречия.

В ходе исследования мы обращались в методу сплошной выборки по словарям Oxford English Dictionary of Idioms и фразеологическому словарю русского языка под редакцией Е.Н. Телия.

Нами было проанализировано 101 английская и 88 русских ФЕ. В результате анализа мы выявили, что фразеологизмы, в большинстве своем, являются нейтральными (к примеру, *в одно слово – одновременно, вместе; семи пядей во лбу – очень умный, способный; at first blush – на первый взгляд; с первого взгляда, сразу; в двух словах – коротко и просто*). Фразеологизмы могут выражать недостаточность (*один конец – выбора нет, одна участь, неизбежен печальный и роковой исход; not know the first thing about somebody – не иметь ни малейшего представления о ком-либо; от горшка два вершка – мал ростом; еще молод, неопытен*), также есть и оценочные: *одна кожа да кости – очень худой, истощенный; a one-track mind – ограниченный, прямолинейный ум, узкий кругозор; в три ручья – безудержно, горько, проливая слезы*.

Много фразеологизмов совпадают по значению, но отличаются по словесному выражению: *как две капли воды – like as two peas – очень сильно, совершенно, точь-в-точь (похожи); in the first place – в первую голову – прежде всего, в первую очередь*. Кроме того, несколько фразеологизмов с числами «один» и «два» полностью совпали в английском и русском языках. Например: *with one foot in the grave – одной ногой в могиле; play first fiddle – играть первую скрипку; between two fires – между двух огней*. В отборке фигурируют фразеологизмы, выражающие избыточность: *во сто крат – во много раз, намного; be ten a penny – полно-полно, хоть пруд пруди*.

Таким образом, фразеологические единицы обоих языков с одним и тем же числовым компонентом могут выражать большой спектр, в частности, противоположных значений. Однако большая часть из них является нейтрально окрашенной.

Кроме того, в результате анализа отобранных фразеологических единиц было выявлено, что количество фразеологизмов с числом «один» и «первый» преобладает в обоих языках (*Ten to one – десять против одного, почти наверняка; держу пари; стричь под одну гребёнку-расценивать всех одинаково*). Такое совпадение вполне оправдано т.к. единица включает в себе большой культурологический смысл для большинства народов мира. Так, она представляет образ Бога-Отца и символ Единства Святой Троицы, символ целого, которое выражено в единстве, основа всего [1, 143].

Фразеологизмы с компонентом «два» употребляются в обоих языках немного реже (19 % и 24 % от общего количества), однако значительно чаще, чем другие числа (*убить двух зайцев-сразу выполнить два нужных,*

важных дела; *Like a dog with two tails* – очень довольный, в восторге). Вероятно, это связано с тем, что числительное «два» является символическим в мировой культуре. Так, его ассоциируют с Богом-сыном, Христом; оно выражает дуализм; отклоняясь от единицы, выражает греховность. Этому числительному присуща двойственность: с одной стороны это символ божественного, с другой – греховного [1, 143].

Остальные числа в русском и английском языках употребляются намного реже, кроме того, употребление числительных не совпадает. Так, в русском языке встречаются цифры «три», «пять», «сто восемьдесят», в то время как в англоязычной отборке таковые отсутствуют. Приведем пример: *в три ручья – очень сильно, обильно; на сто восемьдесят градусов – очень резко, коренным образом; до неузнаваемости*. Числа «три», «пять», «семь» берут свои истоки в христианстве. Именно поэтому данные числа сопутствуют русской культуре на протяжении многих веков, и, конечно, это не могло не найти отражения в языке.

В словаре английского языка фигурировали числа: «шесть», «восемь», «девять», «девятнадцать», «шестьдесят четыре». «Например: *take nineteen to the dozen* – говорить, трещать без умолку, *the sixty-four dollars questions* – самый важный, решающий, каверзный вопрос. Для англичан числа шесть и восемь – это символы союза и равновесия, число «девять» для английской культуры многие ученые сравнивают с числом «семь» – для русской. Оно символизирует спокойствие и гармонию [1, 144]. Появление чисел «девятнадцать» и «шестьдесят четыре» в этом списке связано с техническим прогрессом. Так, шестьдесят четыре доллара – это сумма, которую можно было выиграть в популярной радиовикторине [4, 414], а девятнадцать – это объем воды, который позволяла накачать созданный в восемнадцатом веке двигатель [10].

Так, в русских и английских фразеологизмах чаще всего встречается числительные «один» и «первый», что отражает религиозные представления людей о мире, следующим по распространенности стали числа «два», «второй», представляющие собой противопоставление мира религиозного и греховного. Данное языковое сходство говорит о наличии общего в мировоззрении русского и английского народа. Количество употребления остальных чисел не совпало, что объясняется культурными и историческими особенностями.

### Список литературы

1. Архипова М.В., Абитова Ю.Ю. Концепт числа в английской и китайской языковой картине мира / М.В. Архипова, Ю.Ю. Абитова // Вестник Челябинского университета. Сер. 10, Востоковедение. Евразийство. Геополитика, 2006. – № 3. – С. 142–146.
2. Виноградов В.В. Избранные труды. Лексикология и лексикография. – М., 1977. – 312 с.

3. Жуков В.П., Жуков А.В. Школьный фразеологический словарь русского языка: Пособие для учащихся. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1989. – 383 с.
4. Кунин А.В. Англо-русский фразеологический словарь. – М.: Дрофа. 2006. – 573 с.
5. Мокиенко В.М. Славянская фразеология. – М.: Высшая школа. 1980. – 287 с.
6. Реформатский, А.А. Число и грамматика / А.А. Реформатский // Вопросы грамматики: сборник статей к 75-летию академика И.И. Мещанинова. – М.-Л.: АН СССР, 1960. – С. 384–400.
7. Большой фразеологический словарь русского язык/ отв. ред. В.Н. Телия. – 4-е изд. – М.: АСТ-ПРЕСС, печ. 2009. – 782 с.
8. Ярцева В.Н. Большой энциклопедический словарь. Языкознание. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 685 с.
9. Oxford English Dictionary of Idioms – Oxford: University Press, 2004. – 353 с.
10. Nineteen-to-the-dozen. Origin. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online-english-lessons.eu/wordpress/2010/05/idiom-nineteen-to-the-dozen/> (дата обращения: 27.01.2017)

**Лютикова А.И.**

магистрант Высшей школы естественных наук и технологий,  
[nastya.lyutikova.96@mail.ru](mailto:nastya.lyutikova.96@mail.ru)

Научный руководитель: Пастухова Н.О., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ В АЭРОПОННЫХ И ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВКАХ**

Зеленое строительство в условиях севера нуждается в декоративных и при этом устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды древесных растениях. Для получения посадочного материала, адаптированного к условиям севера, в короткие сроки и на малых площадях перспективно применять размножение растений зелеными черенками с использованием современных технологий: аэропонных и гидропонных установок. Технологии представляют собой системы для вегетативного размножения древесно-кустарниковых пород на натуральных питательных жидких средах, где необходимые элементы питания находятся в легкоусвояемой форме [1].

Аэропоника – система, позволяющая корням растений получать питательные элементы из сухого тумана. Установка представляет собой водонепроницаемый резервуар, оборудованный специальным устройством: ультразвуковым распылителем, с помощью которого вода/питательный раствор преобразуется в туман-аэрозоль, распыляясь на мелкие частицы

размером менее 5 микрон. Работу ультразвукового распылителя регулирует таймер [2].

Гидропоника – технология выращивания растений без почвы на жидких питательных растворах, в которых все необходимые элементы питания даются в легко усвояемой форме, нужных соотношениях и концентрациях. Установка представляет собой водонепроницаемый резервуар, заполненный питательным раствором. Для предотвращения застоя и зацветания питательной среды в гидропонной установке используется компрессор, который проводит циркуляцию воды/питательного раствора и обеспечивает аэрацию раствора воздухом.

Растения, выращенные таким способом, являются корнесобственными (что немаловажно в условиях севера), генетически однородными и наиболее полно воспроизводят признаки и свойства материнских растений. Это особенно важно для ценных сортовых экземпляров, выращенных в условиях севера [3].

Цель исследования – провести сравнительный анализ эффективности корнеобразования зеленых черенков сирени венгерской, караганы древовидной и жимолости татарской в гидропонной и аэропонной установках. Данные породы наиболее часто используются в озеленении северных городов, являются устойчивыми к условиям города и обладают высокой пыле- и газоулавливающей способностью.

#### **Методика исследования**

Исследование проводилось в летний период на зеленых черенках жимолости татарской (лат. *Loniceratatarica* L.), караганы древовидной (лат. *Caral2gana arborescens* Lam.) и сирени венгерской (лат. *Syringa josikaea* J.) на базе кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов САФУ имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск). В лабораторных условиях в четырех повторностях по 15 штук в каждой укореняли черенки в аэропонной и гидропонной установках с применением натурального 2 % органического питательного раствора «Гумистар» – концентрированная водная вытяжка из биогумуса. За счет естественного происхождения «Гумистар» является экологически чистым и безвредным препаратом [4].

В качестве контроля использовали воду без добавления примесей питательных элементов.

Черенки нарезали длиной по 10–12 см без «пятки», при наличии двух-трех междоузлий на черенке. При заготовке черенков срез побега проводился под углом 45° чуть ниже почки или узла на 4–5 мм. Заготовка черенков осуществлялась в конце июня. Опыт был заложен 26 июня 2019 года.

Установки представляли собой светонепроницаемый пластиковый контейнер объемом 40 л, на 1/3 заполненный питательным раствором и водой (контрольная группа).

В аэропной установке черенки помещались в подложку из пенополистирола так, чтобы зеленая масса черенков была изолирована от зоны распыления, а нижние срезы помещены в зону распыления, где у них был свободный доступ к воздуху, а разбрызгиватель регулярно обеспечивал черенки питательными элементами. Смесь подавалась к корням через короткие промежутки времени так, чтобы корни не успевали высохнуть.

В гидропной установке черенки помещались в подложку так, чтобы нижние срезы черенков постоянно находились в питательном растворе.

После появления первых корешков производились замеры корневой системы по количеству и длине образовавшихся корней каждые трое суток. Также отмечался день образования корней и количество укоренившихся черенков. Наблюдение велось в течении 37 дней.

### Результаты исследования

По окончанию эксперимента установлен процент укоренившихся черенков в гидропонике и аэропонике по каждой изучаемой породе, общее количество образовавшихся корней и средняя их длина, а также был отмечен день образования первых корешков на каждом черенке изучаемых пород. Для определения средних длин корней и ошибки средних значений данные обрабатывались в программе MS Excel при помощи инструментов Пакета анализа и сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты укоренения черенков на воде

Вид установки	Аэропоника			Гидропоника		
	Жимолость татарская	Карагана древовидная	Сирень венгерская	Жимолость татарская	Карагана древовидная	Сирень венгерская
Количество укоренившихся черенков, шт.	1	8	-	-	6	-
Средняя длина корней, см	0,65±0,55	0,63±0,11	-	-	3,49±0,52	-
Общее количество образовавшихся корней, шт.	2	17	-	-	20	-
День появления первых корешков, сут.	35	12	-	-	12	-
Процент укоренившихся черенков, %	6,7	53,3	-	-	40	-

Данные по укоренению черенков на растворе представлены в табл. 2.

Результаты укоренения черенков на растворе

Вид установки	Аэропоника			Гидропоника		
	Жимолость татарская	Карагана древовидная	Сирень венгерская	Жимолость татарская	Карагана древовидная	Сирень венгерская
Количество укоренившихся черенков, шт.	1	3	-	-	2	1
Средняя длина корней, см	1,55±1,45	1,29±0,94	-	-	2,5±2,4	2,32±0,84
Общее количество образовавшихся корней, шт.	4	7	-	-	2	6
День появления первых корешков, сут.	30	12	-	-	12	30
Процент укоренившихся черенков, %	6,7	20	-	-	13,3	6,7

По результатам исследований установлено, что оба способа черенкования (в гидропонной и аэропонной установках) дают положительные результаты. При использовании установок появляется возможность проводить вегетативное размножение зеленых черенков при создании необходимых условий для роста и развития растений и получать посадочный материал в любой сезон года [4].

В результате исследования выявлено, что зеленые черенки караганы древовидной образуют корни на 12 день в каждой из установок, сирень венгерская – на 30 день в гидропонике на растворе, жимолость татарская в аэропонике – на 30 день на растворе и на 35 день на воде.

Необходимо отметить, что в аэропонной установке процент укоренившихся черенков караганы на воде выше в 1,3 раза (53,3 % и 40 %) а на питательном растворе – в 1,5 раза (20 % и 13,3 %) по сравнению с черенками, укоренившимися в гидропонике.

По значениям средней длины корневой системы зеленых черенков караганы гидропонная установка лидирует по сравнению с аэропонной. По результатам черенкования у караганы древовидной на воде в гидропонике средняя длина корней ( $l_{cp}$ ) больше в 5,5 раз по сравнению с черенками укоренившихся в аэропонике ( $l_{cp} = 3,49 \pm 0,52$  см и  $l_{cp} = 0,63 \pm 0,11$  см.), а на питательном растворе – в 1,9 раз ( $l_{cp} = 2,5 \pm 2,4$  см. и  $l_{cp} = 1,29 \pm 0,94$  см.).

При размножении черенков жимолости татарской лучшие результаты отмечены в аэропонной установке при укоренении черенков на питательном растворе. За счет микро-и макроэлементов «Гумистара» в аэро-

понике корневая система формируется быстрее (на 30-ый день), а общее количество корней и средняя длина корешков в 2 раза превышает значения тех же показателей по сравнению с водным раствором (4 шт и 2 шт;  $l_{cp} = 1,55 \pm 1,45$  см и  $l_{cp} = 0,65 \pm 0,55$  см). На практике для получения посадочного материала жимолости татарской при озеленении северных городов целесообразно использовать именно аэропонику на 2 %-ом растворе «Гумистара».

По результатам исследований установлено, что размножение зелеными черенками сирени венгерской необходимо проводить в гидропонной установке с питательным раствором. В отличие от остальных изученных нами условий укоренения растений, гидропоника на растворе показала максимальный результат образования корневой системы черенков. Процент укоренившихся черенков составил 6,7 %, в то время как в аэропонике на водном и питательном растворах результаты укоренения отсутствуют. Общее количество образовавшихся корней за весь период эксперимента составило 6 шт, со средней длиной корней –  $2,32 \pm 0,84$  см.

### **Вывод**

1. Для получения посадочного материала при озеленении северных городов можно использовать гидропонную и аэропонную установки для размножения зеленых черенков жимолости татарской, караганы древовидной и сирени венгерской;

2. В аэропонной установке процент укоренившихся зеленых черенков караганы древовидной на воде выше в 1,3 раза (53,3 % и 40 %), а на питательном растворе – в 1,5 раза (20 % и 13,3 %) по сравнению с черенками, укоренившимися в гидропонике;

3. По результатам черенкования у караганы древовидной на воде в гидропонике средняя длина корней ( $l_{cp}$ ) больше в 5,5 раз по сравнению с черенками укоренившихся в аэропонике ( $l_{cp} = 3,49 \pm 0,52$  см и  $l_{cp} = 0,63 \pm 0,11$  см), а на питательном растворе – в 1,9 раз ( $l_{cp} = 2,5 \pm 2,4$  см и  $l_{cp} = 1,29 \pm 0,94$  см);

4. В аэропонике формируется более развитая корневая система зеленых черенков жимолости татарской: общее количество корней и средняя длина корешков в 2 раза больше по сравнению с корнями, образованными на водном растворе (4 шт. и 2 шт.;  $l_{cp} = 1,55 \pm 1,45$  см и  $l_{cp} = 0,65 \pm 0,55$  см);

5. На практике для получения посадочного материала жимолости татарской при озеленении северных городов целесообразно использовать аэропонику на 2 %-ом растворе «Гумистара»;

6. Размножение зелеными черенками сирени венгерской целесообразно проводить в гидропонной установке с питательным раствором. Процент укоренившихся черенков составил 6,7 %, в то время как в аэропонике на водном и питательном растворах результаты укоренения отсутствуют.

## Список литературы

1. Руденко О.А., Шестак К.В. Черенкование интродуцентов на гидропонике // Хвойные бореальной зоны. Редакционный издат. центр СибГТУ. Красноярск, 2006. Т. XXIII. № 2. С. 2014–217
2. Аэропоника// FloraGrowing.com: обучение гидропонике... [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://floragrowing.com/ru/encyclopedia/aeroponika> (дата обращения: 28.02.2020)
3. Скродцкая, О.В., Мифтахова, С.А. Некоторые результаты размножения зелеными черенками интродуцированных видов рода *Sorbus* L. [Электронный ресурс] / Ольга Валерьевна Скродцкая // Известия Самарского научного центра Российской академии наук: науч. электрон. журнал. – 2014. – № 1–3. – С. 825–828. – Электрон. журн. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rezultaty-razmnozheniya-zelenymi-cherenkami-introdutsirovannyh-vidov-roda-sorbus-l> (дата обращения: 13.03.2020)
4. Сравнительный анализ эффективности корнеобразования черенков в аэропонных и гидропонных системах/ Антонов А.М. [и др.]. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2019.

### Малицкий А.И.

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, [andre-malits@mail.ru](mailto:andre-malits@mail.ru)

Научный руководитель: Бутаков С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХТАРИФНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ СО СТОРОНЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ

В связи с введением новомодного инновационного тарифного плана, а именно двухтарифного учета потребления электрической энергии, многим, если не всем, жителям (потребителям) г. Архангельска наверняка предлагали поменять однотарифный счетчик, а вместе с ним и тарифный план, подкрепляя свои слова тем, что, ночью электричество задаром, и в итоге в месяц вы будете экономить значительные суммы. Так ли это? Отчасти – так.

Для того, чтобы разобраться в этом вопросе, мы рассмотрим тарифы на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах Архангельской области в домах, оборудованных газовыми плитами, Тарифы на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах Архангельской области в домах, оборудованных в установленном порядке электрическими плитами и (или) электроотопительными приборами.

Тарифные сетки [1] представлены в табл. 1 и 2 соответственно (за исключением тарифа, дифференцированного по трем зонам суток).

Таблица 1

Тарифы на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах Архангельской области в домах, оборудованных газовыми плитами

Наименование тарифа	руб. за кВт*ч
Одноставочный тариф на электроэнергию	4,91
Тариф на электроэнергию, дифференцированный по двум зонам суток:	
дневная зона (с 7 до 23 часов)	5,65
ночная зона (с 23 до 7 часов)	1,65

Таблица 2

Тарифы на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах Архангельской области в домах, оборудованных в установленном порядке электрическими плитами и (или) электроотопительными приборами

Наименование тарифа	руб. за кВт*ч
Одноставочный тариф на электроэнергию	3,68
Тариф на электроэнергию, дифференцированный по двум зонам суток:	
дневная зона (с 7 до 23 часов)	4,23
ночная зона (с 23 до 7 часов)	1,23

Итак, как мы можем видеть из предоставленных в таблицах расценок, простой, рядовой потребитель наверняка рассудит в следующем ключе: «буду включать стиральную машину ночью, окупится». Но не все так просто, ведь при двухтарифном учете потребление в дневной зоне по сравнению с однотарифным больше на 74 и 55 коп. Ну это же копейки. А вот и нет, это 15 % увеличение стоимости. В этих 15 % кроется главная причина того, что многие, установив двухтарифные счетчики, стали не экономить, а наоборот, платить еще больше.

За этим следует вывод: перед тем, как переходить на двухтарифный учет электроэнергии, необходимо посчитать «баланс» потребления и соотнести с реальным вашим потреблением, а так же просчитать, сможете ли вы следовать этому «балансу».

Рассчитаем этот баланс (1). За переменную «х» примем максимальную долю потребления электроэнергии в дневной зоне по отношению к доле потребления в ночной зоне (по табл. 1):

$$O = D \cdot x + N \cdot y, \quad (1)$$

где  $O$  – стоимость кВт\*ч по одноставочному тарифу;  $D$  – стоимость кВт\*ч по двухставочному тарифу (дневная зона);  $N$  – стоимость кВт\*ч по двухставочному тарифу (ночная зона);  $x$  – максимальная доля потребления электроэнергии в дневной зоне;  $y$  – минимальная доля потребления электроэнергии в ночной зоне.

Нетрудно убедиться в том, что сумма долей потребления в дневной и ночной зоне будет равна единице (2):

$$y = 1 - x; \quad (2)$$

следовательно:

$$4,91 = 5,65 \cdot x + 1,65 \cdot (1 - x).$$

Найдем  $x$  и  $y$ :

$$x = 0,815; \quad y = 0,185.$$

Соответственно произведем вышеприведенные действия и с тарифами на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах Архангельской области в домах, оборудованных в установленном порядке электрическими плитами и (или) электроотопительными приборами.

Результат:

$$x = 0,817; \quad y = 0,183.$$

Полученные мною значения практически идентичны значениям, рассчитанным ранее для домов, оборудованных газовыми плитами. Однако, в домах с электрическими плитами соблюсти баланс будет сложнее, ведь, если запустить стиральную машину ночью можно, то готовить ночью – сомнительное занятие, а мощность, потребляемая электрическими плитами достаточно велика по отношению к другим бытовым потребителям.

Таким образом, конечному потребителю предстоит задуматься, сможет ли он потреблять ночью более 18 % от всей электроэнергии, затрачиваемой в месяц, или нет. При подсчетах стоит обратить внимание на то, что большинство бытовых электрических приемников в ходе эксплуатации редко работают в номинальных режимах, что ведет к невозможности простого сложения паспортных мощностей и необходимости фактического замера потребляемой мощности каждым приемником отдельно в разных режимах работы.

### Список литературы

1. Постановление Агентства по тарифам и ценам Архангельской области от 13 декабря 2019 г. № 81-э/30 «Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Архангельской области» Приложение 2

**Малыгин С.Д.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [sdmalygin@gmail.com](mailto:sdmalygin@gmail.com)

Научный руководитель: Смолина Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетик и теплотехники

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕСИ ТКО И БИОТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ КАМЕННОМУ УГЛЮ (НА ПРИМЕРЕ Г. АРХАНГЕЛЬСКА)**

Экологические проблемы являются актуальными и занимают одно из лидирующих мест среди глобальных проблем современности. Причин много, одна из них – выбросы загрязняющих веществ, которые ведут к спаду уровня жизни, ухудшению климата, постепенной гибели биосферы.

Теплоэнергетические предприятия, использующие в качестве основного топлива углеводородные ресурсы, в частности каменный уголь, ежегодно производят сотни миллионов кубометров газообразных выбросов и десятки миллионов тонн золошлаковых отходов.

Высококонтрированные смеси из газов и пылевидных частиц, которые образуются при сжигании ископаемых углей, увеличивают темпы роста заболеваемости дыхательных путей и риск возникновения астмы, усиливают головные боли, боли в области грудного отдела, ухудшают деятельность дыхательной системы человека [1].

Выбросы в атмосферу оксидов серы и азота являются основным компонентом, необходимым для образования «кислотных» дождей. Такие осадки негативно сказываются на состоянии окружающей среды. Закисление почвы приводит к разрушению корневой системы растений; в результате повреждения листы нарушаются процессы фотосинтеза.

Таким образом, использование каменного угля в качестве топлива крайне нежелательно для современного общества. С переводом котельной на альтернативное топливо – в нашем случае это твердые коммунальные отходы (ТКО) и биотопливо – многие проблемы решаются.

В наше время твердые бытовые (или коммунальные) отходы являются одним из самых доступных источников энергии во всем мире. Твердые коммунальные отходы образуются в жилых помещениях в результате потребления физическими лицами, также к ним относятся товары, потерявшие свои потребительские, покупательские свойства в процессе их использования в целях утоления личных и бытовых нужд людей.

В составе ТКО от жилищного фонда преобладают пищевые отходы, бумага, картон, стекло, древесные отходы, строительные отходы, керамика, текстиль, полиэтилен и т.д. Наиболее распространена фракция твердых коммунальных отходов размером 150–100 мм, которая в основном включает пластиковые бутылки, упаковочный тетра-пак, полиэтилен, стекло, алюминий, жести, текстиль, бумагу. В составе крупногабаритных отходов преобладают дерево (до 49 % доски, ящики, мебель), картон (до 26 % упа-

ковочные материалы) и металл (холодильное оборудование, стиральные машины, кухонные плиты и другая бытовая техника).

К твердым коммунальным также можно отнести и отходы, появляющиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в помещениях жилого назначения в процессе потребления физическими лицами.

Таким образом, ТКО в больших количествах образуются в крупных населенных пунктах, где востребованы тепловая и электрическая энергия, и могут служить неисчерпаемым возобновляемым источником энергии из-за постоянного массового воспроизводства населением. Топливо на основе ТКО по теплоте сгорания сопоставимо с некоторыми видами природных низкокалорийных топлив, например, торфом, сланцами и отдельными марками бурых углей. Работа котельной на альтернативном топливе не зависит от природных условий, географического расположения, а в результате ее эксплуатации, кроме выработки энергии, решается еще одна важная социальная проблема – утилизируются образующиеся бытовые отходы.

В Архангельске с 2002 года эксплуатируется мусоросортировочный комбинат ООО «АМПК», мощностью 110 тыс. т в год. Комбинат осуществляет сбор и сортировку картона, бумаги, стекла, пластиковых бутылок, полиэтилена и металла. В ноябре 2014 года ООО «АМПК» была начата реализация программы по разделному сбору отходов. В 2018 году контейнеры по разделному сбору отходов установлены в количестве 50 шт. За 2018 год из контейнеров разделного сбора всего вывезено 41 310,4 м вторичного сырья [2]. К сожалению, в марте 2020 года «АМПК» выступил с обращением к местным властям, в котором заявил о прекращении разделного сбора мусора.

Твердые бытовые отходы обладают огромным потенциалом для производства из них альтернативного топлива, что объясняется высоким содержанием в них картона, бумаги, дерева – компонентов, при сжигании которых выделяется высокая теплота сгорания. Это старые газеты, книги, журналы, картонная упаковка, магазинные чеки и т.д.

В связи с этим существует необходимость внедрения на полигонах современных технологий переработки отходов, извлечение высококалорийных фракций из ТКО и получение на их основе альтернативного топлива (RDF – refuse derived fuel, твердое вторичное (восстановленное) топливо).

Морфологический состав ТКО зависит от ряда причин, в том числе, и от климатической зоны. Архангельск находится в Арктической зоне. К особенностям этого региона относятся суровый климат, близость северных морей, уязвимость окружающей природной среды.

На рис. 1 представлен усредненный морфологический состав ТКО, образующихся в северной климатической зоне.

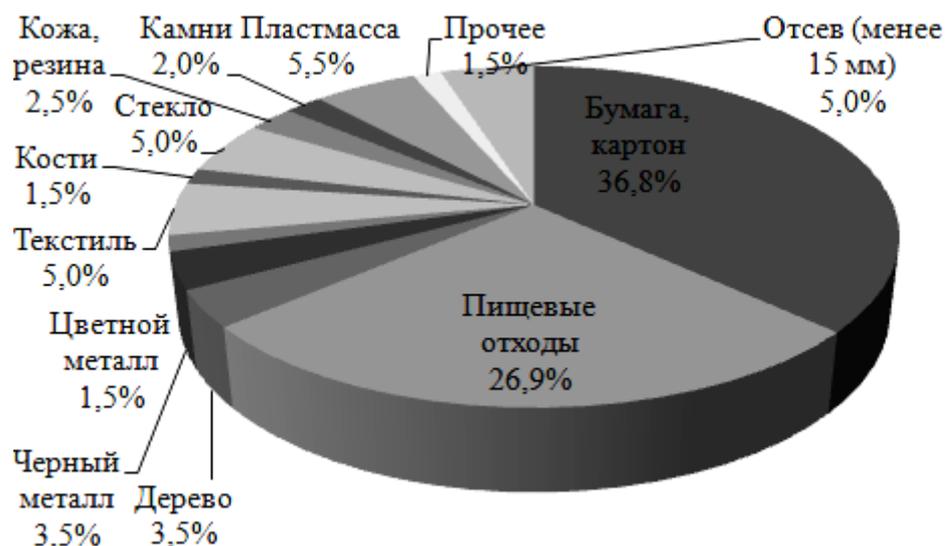


Рис. 1. Морфологический состав ТКО северной климатической зоны

Для эффективного и безопасного использования альтернативное топливо должно обладать следующими свойствами и характеристиками:

- высокая теплотворная способность, в противном случае его внедрение в качестве альтернативы традиционных ископаемых видов топлива нецелесообразно. Решением проблемы низкой теплотворной способности альтернативного топлива является модернизация сортировки ТКО, исключающей негорючие фракции. Одной из характеристик альтернативного топлива, влияющих на его теплотворную способность, является влажность отходов. Поэтому сушка является одним из основных этапов его подготовки;

- экономическая целесообразность использования альтернативного топлива. Необходимо, чтобы стоимость производимого топлива с учетом его доставки до потребителя составляла не более 70 % стоимости традиционно используемого ископаемого топлива, при эквивалентном количестве получаемой тепловой энергии [3];

- химический состав и зольность топлива, влияющие на экологическую составляющую использования RDF;

- гранулометрический состав, определяемый системой подачи топлива на горелку и размером сопел самой горелки. В различных литературных источниках указан размер частиц от 20 до 60 мм. Наиболее пригодными для подачи в горелку являются частицы с ровными краями, которые формируются путем измельчения в шредерах.

Для достижения вышеперечисленных характеристик альтернативного топлива необходима последовательная обработка отходов, схема кото-

рой представлена на рис. 2 – все операции являются обязательными при производстве RDF.



Рис. 2. Этапы обработки ТКО

Основным этапом при производстве альтернативного топлива является сортировка отходов. Сортировка может быть ручной и автоматизированной. На полигонах, действующих в России, в основном используют ручную сортировку. При одновременном извлечении на одной линии сортировки вторичного сырья и калорийных компонентов выделяются критерии сортировки, согласно которым операторы будут сортировать фракции. Сортировочная линия делится на две зоны. В первой отбирается вторичное сырье: пластик, стекло, черные и цветные металлы, бумага, картон, причем бумажные и картонные отходы отбираются крупных размеров – более 100 мм в двух измерениях. Во второй зоне отбирают компоненты, идущие на производство RDF, не извлеченные в первой зоне: бумага и картон размером менее 100 мм и деревянные фракции.

Система сортировки должна исключить попадание в топливо RDF компонентов, сжигание которых опасно, например, хлорсодержащих материалов. После сортировки следуют стадии измельчения, смешивания, сушки и (при необходимости) брикетирования топлива.

После измельчения и сушки части ТКО направляются на склад котельной. В топку поступает смесь из древесных отходов, бумаги и картона. Для сжигания смеси из древесных отходов, бумаги и картона наиболее подходящими являются топки со слоевым и вихревым способом сжигания

Расчеты, выполненные для котельной, расположенной в Исакогорском округе г. Архангельска, где ежегодно используется 2000 т каменного угля, показывают, что в атмосферу выбрасывается более 20 т/год загрязняющих веществ (в качестве учитываемых загрязняющих веществ, выделяющихся при сгорании топлива, в работе были приняты твердые золотые частицы, оксид углерода, оксиды азота и серы) [4]. При использовании в качестве топлива древесных и твердых бытовых отходов количество выбросов значительно уменьшается, снижается почти в 3 раза и плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и за сброс загрязняющих веществ неорганизованным поверхностным стоком.

Подводя итог, можно утверждать, что целесообразно осуществлять перевод котельных, работающих на угле, на сжигание местных относительно дешевых видов топлива, таких как древесные отходы, бумага и картон, отобранных из твердых бытовых отходов. Это позволит сократить

затраты на закупку привозного топлива и повысить качество обслуживания. Кроме того, перевод угольных котлов на сжигание альтернативного топлива из смеси древесных и бытовых отходов является перспективным с точки зрения экологии.

### Список литературы

1. Волков, Э.П. Повышение экологической безопасности, надёжности и экономичности пылеугольных котлов. Проблемы региональной энергетики, 2017. № 1 (33). С.45-53.
2. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2018 год: Государственный доклад. Архангельск, 2019. 454 с.
3. Бушихин, В.В. RDF из ТКО.ТБО, 2016. №5. С. 14–17.
4. «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» (вместе с «Правилами исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2020) [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 N 255 (ред. от 27.12.2019) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=34004493&rnd=FD1572082499CDA6C80801CEE81B9132&req=doc&base=LAW&n=327979&REFDOC=340044&REFBASE=LAW#014711649600727628>

#### Мамонтов К.И.

студент Высшей инженерной школы, [mki.i98@mail.ru](mailto:mki.i98@mail.ru)

Научный руководитель: Перфильев П.Н., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой лесопромышленных производств и обработки материалов

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

По оценкам [1] на территории Российской Федерации находится более 82 млрд. м<sup>3</sup> древесины, что является 1/4 общего мирового запаса древесины. При этом вклад лесной промышленности в валовый внутренний продукт России составляет всего 0,5 процента. Вследствие этого можно утверждать, что лесная отрасль имеет достаточно высокий потенциал, но при этом ее развитие недостаточно динамичное [2]. Интенсивному развитию лесопромышленного комплекса препятствует ряд факторов:

- технологическое отставание лесного комплекса в ряде регионов РФ (данная проблема особенно заметна в восточной части страны);
- низкая инвестиционная привлекательность лесной отрасли;
- низкий уровень переработки сырья;
- экстенсивная модель лесопользования.

Экстенсивная модель лесопользования в России применяется достаточно длительное время, при этом выявлен ряд недостатков, одним из которых является ведение сплошных рубок на новых территориях, а это влечет за собой не только экологические потери, но и крупные финансовые затраты на строительство новой инфраструктуры для разработки новых участков и увеличение плеча вывозки круглых лесоматериалов с лесосек. Все эти затраты в дальнейшем включаются в себестоимость сырья, необходимого для деревоперерабатывающих предприятий, что, в свою очередь, ведет к повышению цены на конечную продукцию и уменьшению конкурентоспособности продукции деревопереработки. Многие страны мира (Швеция, Финляндия, США, Канада) в настоящее время используют интенсивную модель лесопользования.

Интенсивное лесопользование – экономическая модель ведения лесного хозяйства и управления циклом выращивания лесов, направленная на получение сортиментов высокого качества, которые пользуются рыночным спросом. Выделим основные преимущества модели по сравнению с экстенсивной:

- повышение эффективности борьбы с незаконными рубками;
- увеличение продуктивности лесов;
- низкие затраты на создание лесной инфраструктуры;
- получение сырья высокого качества;
- повышение инвестиционной привлекательности лесопромышленных предприятий.

#### **Состояние вопроса.**

Большой вклад в повышение эффективности управления лесными ресурсами внесли исследования акад. РАН Н.А. Моисеева. Например, в статье [3] рассмотрено экономическое обоснование лесного планирования при лесоустройстве. В исследованиях акад. РАН Н.А. Моисеева приведена математическая зависимость (1), которая позволяет определить величину лесной ренты

$$\text{ЧДД}(P_{л}) = C_{\text{рын}} - \left( (C_{з} + П_{з}) + (C_{\text{тр}} + П_{\text{тр}}) + (C_{в} + П_{в}) \right) \quad (1)$$

где ЧДД( $P_{л}$ ) – чистый дисконтированный доход от лесной ренты;  $C_{\text{рын}}$  – остаточная стоимость реализуемых на рынках сбыта лесных ресурсов;  $C_{з}$ ,  $C_{\text{тр}}$ ,  $C_{в}$  – затраты на заготовку, доставку до рынков сбыта, лесовыращивание;  $П_{з}$ ,  $П_{\text{тр}}$ ,  $П_{в}$  – доход предприятия, осуществляющего заготовку лесоматериалов, владельца лесов, подрядчика по лесовосстановлению.

В статье ст. научн. сотрудника НИИ лесного хозяйства Финляндии МЕТЛА, д.с.н. Университета г. Йозенсуу (Финляндия), к.с.н. СПбГЛТУ Е.В. Лопатина [4] произведен сравнительный анализ экономической составляющей при ведении интенсивного и экстенсивного лесного хозяй-

ства путем эмпирического моделирования для одного из участков в республике Карелия. Результаты проведенного исследования представлены на рис 1.

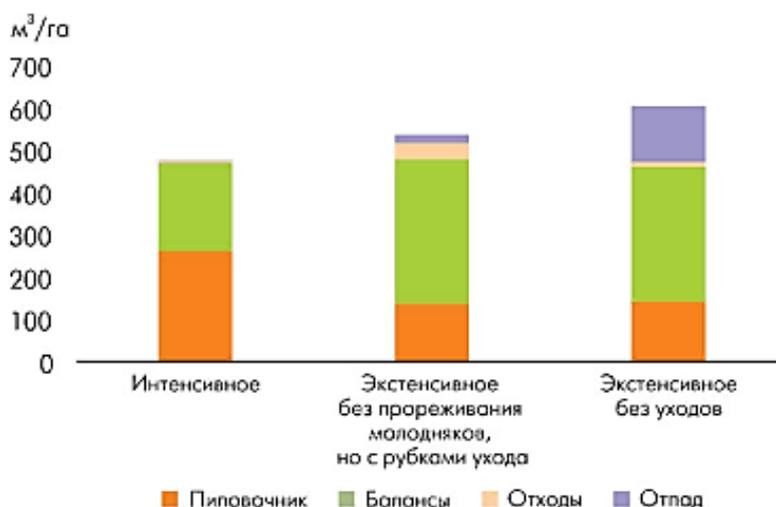


Рис. 1. Результаты моделирования при ведении интенсивного, экстенсивного и экстенсивного лесного хозяйства без прореживания молодняков

На основе изучения состояния вопроса можно сделать вывод о том, что при интенсивном использовании значительно повышается объемный выход пиловочника, и уменьшение объемов балансов.

Вследствие всего вышесказанного, проблема исследования вопроса использования интенсивной модели лесопользования в современных условиях в РФ, является **актуальной**.

**Цель** исследования – разработка предложений по модернизации организации управления лесами для условий Шалакушского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан»

Для достижения заданной цели в рамках исследования предусмотрено решение следующих **задач**:

- анализ ведения лесного хозяйства в Архангельской области;
- анализ мирового опыта по управлению лесами, нормативно-правовой документации, существующей для организации ведения лесного хозяйства;
- выбор системы машин для интенсивной модели лесопользования для условий Шалакушского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан»;
- разработка предложений и рекомендаций по использованию интенсивной модели лесопользования в Шалакушском обособленном подразделении ООО ПКП «Титан».

Федеральными органами власти РФ в 2015 г. согласованы «дорожные карты» по реализации пилотных проектов внедрения модели интенсивного использования и воспроизводства лесов на территориях Вологод-

ской, Архангельской, Иркутской и Ленинградской областей, в Республике Коми [1].

В России первый пилотный проект перехода от экстенсивной к интенсивной модели лесопользования был внедрен в 2003 году (Псковский модельный лес). В Архангельской области внедрением пилотных проектов интенсивного лесопользования занимаются крупные лесопромышленные предприятия – ООО ПКП «Титан» и АО «Группа «Илим».

Одними из основных проблем перехода на интенсивную модель лесопользования являются: отсутствие опыта проведения рубок ухода, несовершенство законодательства и отсутствие методики оптимального выбора систем машин. Для рационального подхода к выбору системы машин при интенсивном лесопользовании, по мнению авторов, необходимо воспользоваться более богатым опытом «скандинавских» стран. Например, в работе [5] рассмотрены типы машин для проведения рубок ухода в Швеции и Финляндии.

При применении интенсивного лесопользования для условий Шалакушского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан» можно выделить следующие преимущества: улучшение древостоя, повышение сортности круглых лесоматериалов, привлечение внимания новых инвесторов.

В настоящее время при исследовании проанализировано состояние вопроса, рассмотрены вопросы лесопользования в условиях Архангельской области, РФ, мировой опыт управления лесными ресурсами, вопросы сертификации лесопользования (FSC и PEFC), машины и оборудование, подходящие для интенсивной модели лесопользования. Исследование в настоящее время продолжается, необходимо также рассчитать экономическую целесообразность ведения интенсивного лесопользования для Шалакушского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан» и разработать рекомендации для оптимального подбора системы машин.

### Список литературы

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года.
2. Zadrauskaite N, Perfiliev P, Glavatskih N Wood quality potential as a criterion for forest management / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 18(3.2), Bulgaria, 2018, page 1045-1052.
3. Моисеев Н.А. Лесоустройство: прошлое, настоящее и будущее / Лесн. журн. 2017. № 3. С. 9–21.
4. Лопатин Е.В. Интенсивное лесопользование рентабельнее экстенсивного / Лесная индустрия. 2014. № 4. С. 12–14.
5. Большаков Б.М. Развитие технологий и машин при рубках ухода за лесом в Финляндии и Швеции / Б.М.Большаков, М.И. Андрюшин, Е.В. Дороничева / Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 2. – С. 111–128.

**Мельков О.О.**

студент Технического колледжа филиала САФУ в Северодвинске

Научный руководитель: Полевая А.А., преподаватель Технического колледжа

## РАСЧЕТ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ СУХОГРУЗНОГО ТЕПЛОХОДА ТИПА «ШОКША»

Сухогрузный теплоход типа «Шокша», длина наибольшая 64,8 м, ширина габаритная 12,38 м, осадка 2,52 м, грузоподъемность 1000 т, водоизмещение 1537 т. На данном судне род тока – переменный, частота 50 Гц, напряжение силовой сети 380 В.

### Расчет изменения напряжения на шинах главного распределительного щита при внезапном набросе нагрузки

Рассчитаем провал напряжения синхронного генератора Simens 1FC2 281-4 мощностью 100 кВт при включении статической нагрузки. Ну при включении двигателей с мощностью сопоставимой с мощностью генератора происходит провал напряжения. При провале повышается потребление тока т.е. генератор прерходит на небольшой период в ненормальный режим работы с повышенными токами. В это момент может также сработать защита, если провал слишком сильный, или двигатель вообще может не запустится и работать в режиме стоянки под током. Для этого и рассчитывается провал.

В качестве подключаемой нагрузки возьмем компрессор воздушный ЭУ с параметрами:  $S_{\text{вкл}} = 12,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ ,  $\cos \varphi = 0,5$ ,  $\sin \varphi = 0,87$ . В качестве предварительной нагрузки возьмем подруливающее устройство с параметрами:  $S_0 = 10,7 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ ,  $\cos \varphi_0 = 0,7$ ,  $\sin \varphi_0 = 0,71$

Параметры генератора:  $S_{\text{нг}} = 125 \text{ Кв} \cdot \text{А}$ ;  $x_d = 2,158 \text{ о. е.}$ ;  $x_q = 0,960 \text{ о. е.}$ ;  $x'_d = 0,202 \text{ о. е.}$ ;  $x''_d = 0,176 \text{ о. е.}$ ;  $x''_q = 0,217 \text{ о. е.}$ ;  $\mu_q = 0,77 \text{ о. е.}$  По данным параметрам произведены расчеты изменения напряжения при внезапном набросе нагрузки.

Полная проводимость подключаемой нагрузки  $Y_{\text{вкл}}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{вкл}} = \frac{S_{\text{вкл}}}{S_{\text{нг}}}, \quad (1)$$

где  $S_{\text{вкл}}$  – мощность включаемой нагрузки,  $\text{кВ} \cdot \text{А}$ ;  $S_{\text{нг}}$  – мощность нагруженного генератора,  $\text{кВ} \cdot \text{А}$ ;

$$Y_{\text{вкл}} = \frac{12,4}{125} = 0,099 \text{ о. е.}$$

Полная проводимость предварительной нагрузки  $Y_0$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$Y_0 = \frac{S_0}{S_{\text{нг}}}, \quad (2)$$

где  $S_0$  – мощность предварительной нагрузки, кВ · А;  $S_{\text{нг}}$  – мощность нагруженного генератора, кВ · А;

$$Y_0 = \frac{10,7}{125} = 0,086 \text{ о. е.}$$

Активная проводимость включаемой нагрузки  $g_{\text{вкл}}$ , о. е., вычисляется по формуле

$$g_{\text{вкл}} = Y_{\text{вкл}} \cdot \cos \varphi, \quad (3)$$

где  $Y_{\text{вкл}}$  – полная проводимость включаемой нагрузки, о.е.;  $\cos \varphi$  – косинус угла включаемой нагрузки;

$$g_{\text{вкл}} = \frac{0,099}{0,5} = 0,05 \text{ о. е.}$$

Реактивная проводимость включаемой нагрузки  $b_{\text{вкл}}$ , о.е., вычисляется по формуле

$$b_{\text{вкл}} = Y_{\text{вкл}} \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

где  $Y_{\text{вкл}}$  – полная проводимость включаемой нагрузки, о.е.;  $\sin \varphi$  – синус угла включаемой нагрузки;

$$b_{\text{вкл}} = 0,099 \cdot 0,87 = 0,086 \text{ о. е.}$$

Активная проводимость предварительной нагрузки  $g_0$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$g_0 = Y_0 \cdot \cos \varphi_0, \quad (5)$$

где  $Y_0$  – полная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $\cos \varphi_0$  – косинус угла предварительной нагрузки;

$$g_0 = 0,086 \cdot 0,7 = 0,06 \text{ о. е.}$$

Реактивная проводимость предварительной нагрузки  $b_0$ , о.е., вычисляется по формуле

$$b_0 = Y_0 \cdot \sin \varphi_0, \quad (6)$$

где  $Y_0$  – полная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $\sin \varphi_0$  – синус угла предварительной нагрузки;

$$b_0 = 0,086 \cdot 0,71 = 0,061 \text{ о. е.}$$

Активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе  $g_{\text{нг}}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$g_{\text{нг}} = g_{\text{вкл}} + g_0, \quad (7)$$

где  $g_{\text{вкл}}$  – активная проводимость включаемой нагрузки, о.е.;  $g_0$  – активная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;

$$g_{\text{нг}} = 0,05 + 0,06 = 0,11 \text{ о.е.}$$

Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном ме  $b_{\text{нг}}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$b_{\text{нг}} = b_{\text{вкл}} + b_0, \quad (8)$$

где  $b_{\text{вкл}}$  – реактивная проводимость включаемой нагрузки, о.е.;  $b_0$  – реактивная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;

$$b_{\text{нг}} = 0,086 + 0,061 = 0,147 \text{ о.е.}$$

Расчеты показывают, что активное сопротивление статора генератора практически не влияет на провал напряжения, поэтому все расчеты обычно ведутся без учета этого сопротивления. Продольная составляющая напряжения генератора  $u_{d0}$ , о.е., при  $u_0 = 1$  о.е. рассчитывается по формуле

$$u_{d0} = \frac{x_q \cdot g_0}{\sqrt{(1 + x_q \cdot b_0)^2 + (x_q \cdot g_0)^2}}, \quad (9)$$

где  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $g_0$  – активная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $b_0$  – реактивная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;

$$u_{d0} = \frac{0,960 \cdot 0,06}{\sqrt{(1 + 0,960 \cdot 0,061)^2 + (0,960 \cdot 0,06)^2}} = 0,054 \text{ о.е.}$$

Поперечная составляющая напряжения генератора  $u_{q0}$ , о.е., при  $u_0 = 1$  о.е. рассчитывается по формуле

$$u_{q0} = \frac{1 + x_q \cdot b_0}{\sqrt{(1 + x_q \cdot b_0)^2 + (x_q \cdot g_0)^2}} \quad (10)$$

где  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $b_0$  – реактивная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $g_0$  – активная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;

$$u_{q0} = \frac{1 + 0,960 \cdot 0,061}{\sqrt{(1 + 0,960 \cdot 0,061)^2 + (0,960 \cdot 0,06)^2}} = 0,997 \text{ о.е.}$$

Продольная составляющая тока статора  $i_{d0}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$i_{d0} = g_0 \cdot u_{d0} + b_0 \cdot u_{q0}, \quad (11)$$

где  $g_0$  – активная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $u_{d0}$  – продольная составляющая напряжения генератора, о.е.;  $b_0$  – реактивная проводимость предварительной нагрузки, о.е.;  $u_{q0}$  – поперечная составляющая напряжения генератора, о.е.;

$$i_{d0} = 0,06 \cdot 0,054 + 0,061 \cdot 0,997 = 0,064 \text{ о.е.}$$

Поперечная составляющая тока статора  $i_{q0}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$i_{q0} = \frac{u_{d0}}{x_q} \quad (12)$$

где  $u_{d0}$  – продольная составляющая напряжения генератора, о.е.;  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;

$$i_{q0} = \frac{0,054}{0,960} = 0,057 \text{ о.е.}$$

Ток возбуждение генератора  $i_{f0}$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$i_{f0} = u_{q0} + x_d \cdot i_{d0}, \quad (13)$$

$u_{q0}$  – составляющая напряжения генератора, о.е.;  $x_d$  – индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $i_{d0}$  – составляющая тока статора, о.е.;

$$i_{f0} = 0,997 + 2,158 \cdot 0,064 = 1,14 \text{ о.е.}$$

Продольная составляющая напряжения генератора с учетом демпферных обмоток  $u_{d1}$ , о.е., в первый момент после включения нагрузки рассчитывается по формуле

$$u_{d1} = \frac{x''_q g_{\text{нг}} [i_{f0} - (x_d - x''_d) i_{d0}] + (1 + x''_d b_{\text{нг}}) \mu_q x_q i_{q0}}{(1 + x''_d b_{\text{нг}})(1 + x''_q b_{\text{нг}}) + x''_d x''_q g_{\text{нг}}^2}, \quad (14)$$

где  $x''_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление, о.е.;  $g_{\text{нг}}$  – активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе, о.е.;  $i_{f0}$  – ток возбуждение генератора, о.е.;  $i_{d0}$  – продольная составляющая тока статора, о.е.;  $x_d$  – индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $x''_d$  – переходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $i_{q0}$  – поперечная составляющая тока статора о.е.;  $\mu_q$  – коэффициент связи обмоток ротора и статора, о.е.;  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $b_{\text{нг}}$  – Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном режиме, о.е.;

$$\begin{aligned} u_{d1} &= \\ &= \frac{0,217 \cdot 0,11[1,14 - (2,158 - 0,176)0,064] + (1 + 0,176 \cdot 0,147)0,77 \cdot 2,158 \cdot 0,057}{(1 + 0,176 \cdot 0,147)(1 + 0,217 \cdot 0,147) + 0,176 \cdot 0,217 \cdot 0,11^2} \\ &= 0,114 \text{ о.е.} \end{aligned}$$

Поперечная составляющая напряжения генератора с учетом демпферных обмоток  $u_{q1}$ , о.е., в первый момент после включения нагрузки рассчитывается по формуле

$$u_{q1} = \frac{(1 + x''_q b_{\text{нг}})[i_{f0} - (x_d - x''_d)i_{d0}] - x''_d g_{\text{нг}} \mu_q x_q i_{q0}}{(1 + x''_d b_{\text{нг}})(1 + x''_q b_{\text{нг}}) + x''_d x''_q g_{\text{нг}}^2}, \quad (15)$$

где  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $b_{\text{нг}}$  – Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном режиме, о.е.;  $i_{f0}$  – ток возбуждения генератора, о.е.;  $g_{\text{нг}}$  – активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе, о.е.;  $x_d$  – индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $x''_d$  – переходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $i_{d0}$  – продольная составляющая тока статора, о.е.;  $i_{q0}$  – поперечная составляющая тока статора о.е.;  $g_{\text{нг}}$  – активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе, о.е.;  $\mu_q$  – коэффициент связи обмоток ротора и статора, о.е.;  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $b_{\text{нг}}$  – Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном режиме, о.е.;  $x''_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление, о.е.;

$$u_{q1} = \frac{(1 + 0,217 \cdot 0,147)[1,14 - (2,158 - 0,176)0,064] - 0,176 \cdot 0,11 \cdot 0,77 \cdot 2,158 \cdot 0,057}{(1 + 0,176 \cdot 0,147)(1 + 0,217 \cdot 0,147) + 0,176 \cdot 0,217 \cdot 0,11^2} = 0,982 \text{ о.е.}$$

Напряжение в первый момент времени  $u_1$ , о.е. рассчитывается по формуле

$$u_1 = \sqrt{u_{d1}^2 + u_{q1}^2}, \quad (16)$$

где  $u_{d1}$  – продольная составляющая напряжения генератора с учетом демпферных обмоток, о.е.;  $u_{q1}$  – поперечная составляющая напряжения генератора с учетом демпферных обмоток, о.е.;

$$u_1 = \sqrt{0,114^2 + 0,982^2} = 0,988 \text{ о.е.}$$

Провал напряжения генератора  $\Delta u_1$ , %, рассчитывается по формуле

$$\Delta u_1 = (u_1 - 1) \cdot 100 \%, \quad (17)$$

где  $u_1$  – напряжение в первый момент времени, о.е.;

$$\Delta u_1 = (0,988 - 1) \cdot 100 \% = -1,18 \%.$$

Продольная составляющая напряжения генератора  $u_{d1}$ , о.е. без учета демпферных обмоток рассчитывается по формуле

$$u_{d2} = \frac{x_q g_{\text{нг}} [i_{f0} - (x_d - x'_d) i_{d0}]}{(1 + x'_d b_{\text{нг}}) \cdot (1 + x_q b_{\text{нг}}) + x'_d x_q g_{\text{нг}}^2}, \quad (18)$$

где  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $g_{\text{нг}}$  – активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе, о.е.;  $i_{f0}$  – ток возбуждения генератора, о.е.;  $x_d$  – индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $x'_d$  – индуктивное сопротивление по поперечной оси, о.е.;  $i_{d0}$  – продольная составляющая тока статора, о.е.;  $b_{\text{нг}}$  – Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном режиме, о.е.;

$$u_{d2} = \frac{0,960 \cdot 0,11[1,14 - (2,158 - 0,202) \cdot 0,064]}{(1 + 0,202 \cdot 0,147) \cdot (1 + 0,960 \cdot 0,147) + 0,202 \cdot 0,960 \cdot 0,11^2} = 0,09 \text{ о.е.}$$

Поперечная составляющая напряжения генератора  $u_{q1}$ , о.е. без учета демпферных обмоток рассчитывается по формуле

$$u_{q2} = \frac{(1 + x_q b_{\text{нг}})[i_{f0} - (x_d - x'_d)i_{d0}]}{(1 + x'_d b_{\text{нг}})(1 + x_q b_{\text{нг}}) + x'_d x_q g_{\text{нг}}^2}, \quad (19)$$

где  $x_q$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $b_{\text{нг}}$  – Реактивная проводимость нагрузки генератора в переходном режиме, о.е.;  $i_{f0}$  – ток возбуждения генератора, о.е.;  $x_d$  – индуктивное сопротивление по продольной оси, о.е.;  $x'_d$  – индуктивное сопротивление по поперечной оси, о.е.;  $i_{d0}$  – продольная составляющая тока статора, о.е.;  $g_{\text{нг}}$  – активная проводимость нагрузки генератора в переходном процессе, о.е.;

$$u_{q2} = \frac{(1 + 0,960 \cdot 0,147) \cdot [1,14 - (2,158 - 0,202) \cdot 0,064]}{(1 + 0,202 \cdot 0,147) \cdot (1 + 0,960 \cdot 0,147) + 0,202 \cdot 0,960 \cdot 0,11^2} = 0,77 \text{ о.е.}$$

Напряжение в первый момент времени без учета демпферных обмоток  $u_2$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$u_2 = \sqrt{u_{d2}^2 + u_{q2}^2}, \quad (20)$$

где  $u_{d2}$  – продольная составляющая напряжения генератора, о.е.;  $u_{q2}$  – поперечная составляющая напряжения генератора, о.е.;

$$u_2 = \sqrt{0,09^2 + 0,77^2} = 0,77 \text{ о.е.}$$

Провал напряжения в первый момент включения без учета демпферных обмоток  $\Delta u_2$ , %, рассчитывается по формуле

$$\Delta u_2 = (u_2 - 1) \cdot 100 \%, \quad (21)$$

где  $u_2$  – напряжение в первый момент времени без учета демпферных обмоток, о.е.;

$$\Delta u_2 = (0,77 - 1) \cdot 100 \% = -22,94 \%.$$

Максимальный провал напряжения генератора  $\Delta u$ , о.е., рассчитывается по формуле

$$\Delta u = \frac{\Delta u_1 + \Delta u_2}{2}, \quad (22)$$

где  $\Delta u_1$  – провал напряжения генератора, %.;  $\Delta u_2$  – провал напряжения в первый момент включения без учета демпферных обмоток, %.;

$$\Delta u = \frac{-1,18 - 22,94}{2} = -12,06 \%.$$

Максимальный провал напряжения генератора составляет  $-12,06$  %. Провал напряжения генератора при пуске компрессора воздушного ЭУ удовлетворяет Правилам Регистра.

Вывод: рассчитаны изменения на шинах главного распределительного щита при набросе нагрузки, которое составило 12,06 %. Требования Регистра удовлетворены.

### Список литературы

1. Александровская А.Н. Автоматика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Н. Александровская. – Москва: Академия, 2014. – 256 с.
2. Аполлонский С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. – Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2017. – 256 с. – Доступ из ЭБС ЛАНЬ. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/96241/#2>
3. Бабич А.В. Энергетическое оборудование, механизмы и системы судна [Электронный ресурс]: курс лекций / А.В. Бабич. – Москва: МГАВТ, 2014. – 48 с. – Доступ из ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=476362>
8. Косыгин И.А. Судовые вспомогательные системы и механизмы [Электронный ресурс]: курс лекций / И.А. Косыгин, О.А. Тюрина. – Москва: Альтаир-МГАВТ, 2015. – 80 с. – Доступ из ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=522702>
9. Кузнецов С.Е. Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации: учебник, CD / С.Е. Кузнецов. – Санкт-Петербург: ГУМРФ им. Адм. С.О. Макарова, 2015. – 584 с.
12. Носенко В.М. Судовые энергетические установки: учебное пособие / В.М. Носенко. – Николаев, 2017. – 367 с.
17. Симоненко А.С. Судовые устройства / А.С. Симоненко. – Ленинград: Судостроение, 1986. – 176 с.
18. Соснин О.М. Средства автоматизации и управления / О.М. Соснин, А.Г. Схиртладзе. – Москва: Академия, 2014. – 240 с.

### Милосердов И.Д.

студент Высшей инженерной школы, [ilyamiloserdov@outlook.com](mailto:ilyamiloserdov@outlook.com)

Научный руководитель: Меньшиков А.М., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобильных дорог и строительного производства

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЯ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ОТ КОЛЕС ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

Лесные дороги Архангельской области наиболее подвержены разрушению в периоды межсезонья, поскольку они не рассчитаны на воздействие современных автопоездов с нагрузками, достигающими 130 кН на ось. Негативное влияние на дорожную одежду усугубляется тем, что движение автопоездов осуществляется по одному следу.

При движении автомобиля его колеса наряду с вертикальными (нормальными) силами передают на дорожную одежду и земляное полотно горизонтальные (касательные) силы. Они вызываются трением шины о покрытие при передаче тягового усилия и торможении автомобиля, ударами колес при наездах на неровности покрытия. В силовом взаимодействии колеса и ездовой поверхности дороги преобладает действие значительных касательных сил, вызывающих сдвиги слоя покрытия, что является спецификой лесовозных дорог и современного тяжеловесного подвижного состава, не свойственной дорогам общего пользования. Влияние касательных напряжений наиболее заметно именно в верхних слоях дорожной одежды, так как здесь имеет место сложный характер взаимодействия колеса автомобиля и покрытия, от которого зависит прочность конструкции в целом [1, 2].

Ранее нами был выполнен расчет нормальных напряжений в дорожной одежде от действия вертикальной нагрузки на основе решений для упругих слоистых систем [3]. В данной работе этот расчет получил развитие с учетом характерных для лесовозных автопоездов больших касательных сил.

Для расчета были использованы следующие исходные данные (нумерация слоёв принята снизу-вверх):

3 слой: гравийно-песчаная смесь, модуль упругости  $E_3 = 180$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu_3 = 0,25$ , толщина слоя 30 см;

2 слой: песок среднезернистый, модуль упругости  $E_2 = 110$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu_2 = 0,25$ , толщина слоя 15 см;

1 слой: суглинок, модуль упругости  $E_1 = 28$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu_1 = 0,35$  – бесконечное упруго-изотропное полупространство.

Давление в шинах  $P = 0,83$  МПа, диаметр отпечатка движущегося колеса  $D = 42$  см, общая толщина дорожной одежды  $H = 45$  см. Касательные нагрузки  $\tau$  были представлены в долях от нормальных в интервале  $(0 \dots 0,5)P$ .

Расчетная схема дорожной одежды представлена на рис. 1.

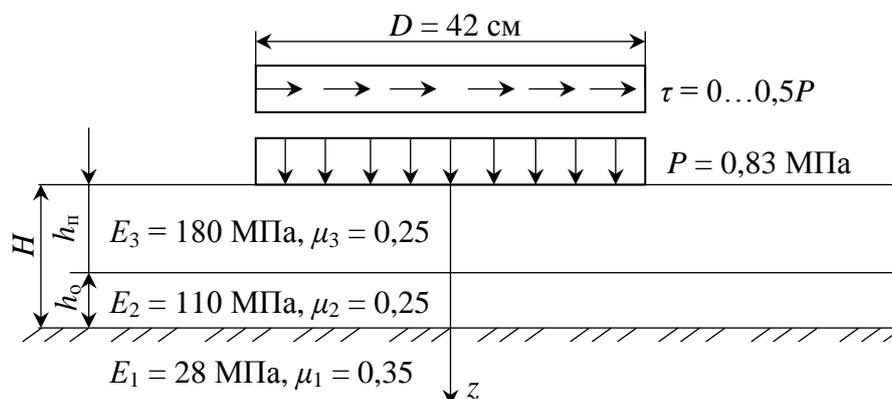


Рис. 1. Схема для расчета дорожной одежды по теории слоистых систем

Для расчета нормальных напряжений использовали следующий оператор:

$$\begin{aligned} \sigma_{zi} = & \frac{1}{\alpha_1^3} \int_0^\infty \{A + B[1 + \alpha(\eta - 1)]\} e^{-\alpha\eta} \alpha^3 I_0(\alpha\rho) d\alpha + \\ & + \frac{1}{\alpha_1^3} \sum_{k=2}^i \int_0^\infty \{C_k \alpha(\gamma_{k-1} - \eta)(1 - e^{-2\alpha(\gamma_{k-1} - \eta)}) + \\ & + D_k [(1 - e^{-2\alpha(\gamma_{k-1} - \eta)}) - \alpha(\gamma_{k-1} - \eta)(1 + e^{-2\alpha(\gamma_{k-1} - \eta)})]\} e^{-\alpha\eta} \alpha^3 I_0(\alpha\rho) d\alpha, \end{aligned}$$

где  $\sigma_{zi}$  – сжимающие нормальные напряжения в вертикальной плоскости;  $I_0$  – функция Бесселя первого рода нулевого порядка;  $\alpha$  – параметр интегрирования;  $b$  – радиус отпечатка колеса, м;  $z$  – текущая вертикальная координата, м;  $P$  – давление колеса на поверхность дорожного покрытия, МПа;  $h_{\pi}$  – толщина покрытия, м;  $\alpha_1 = H$  – общая толщина дорожной одежды, м;  $\eta = \frac{z}{\alpha_1}$ ;  $\rho = \frac{b}{\alpha_1}$ ;  $\gamma_2 = \frac{h_{\pi}}{\alpha_1}$  – вспомогательные параметры;  $A, B, C, D$  – сложные функции от  $\alpha$ , которые определяются из граничных условий.

В результате вычислений в среде MS Excel был получен график распределения вертикальных напряжений в дорожной конструкции, который представлен на рис. 2.

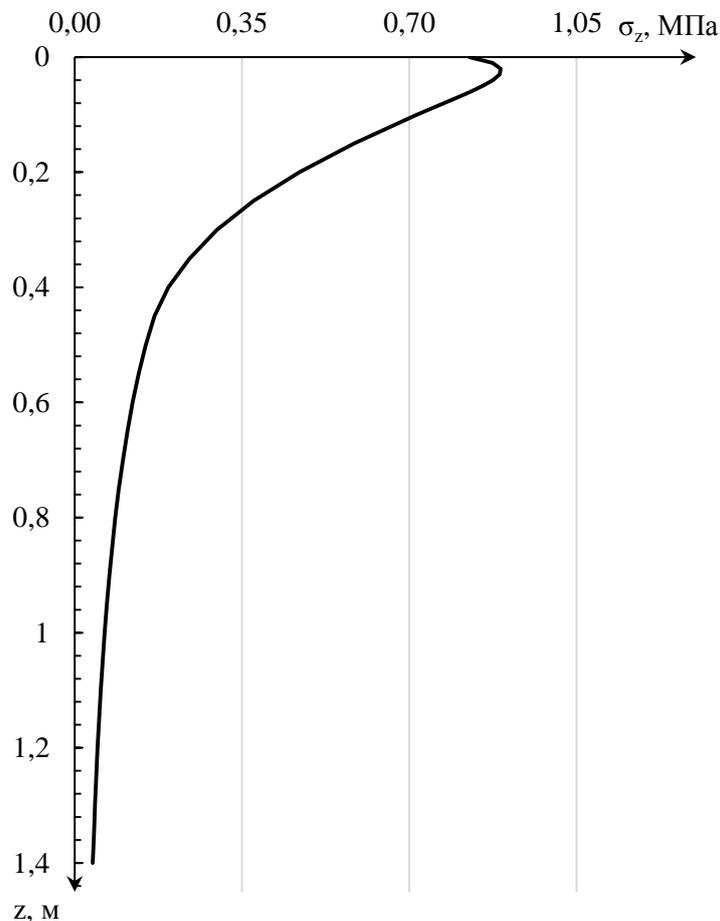


Рис. 2. Распределение нормальных напряжений в конструкции лесной дороги с учетом касательных при давлении воздуха в шинах 0,83 МПа

В верхней части графика видно, что напряжения в дорожной конструкции, обусловленные действием касательных сил, существенно увеличиваются и наиболее опасны в пределах верхнего слоя. Следовательно, покрытия лесовозных дорог, по которым осуществляется движение тяжеловесных автопоездов, не следует проектировать только как слой износа, а выполнять его как хорошо укрепленный конструктивный слой.

### Список литературы

1. Туроверов, К.К. К вопросу исследования напряженного и деформированного состояния упругого слоистого полупространства [Текст] / К.К. Туроверов // Научные труды / ЛТА. – 1962. – № 94. – С. 87–101.

2. Boussinesq, J.V. Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques [Text] / J. V. Boussinesq. – Gauthier-Villars – Paris, 1885. – 721 p.

3. Милосердов, И.Д. К вопросу о сезонных весовых ограничениях движения лесовозных автопоездов [Текст] / И.Д. Милосердов, А.М. Меньшиков // Актуальные проблемы лесного комплекса / БГИТУ; под общей ред. Е.А. Памфилова. – Брянск, 2019. – Вып. 54 – С. 231–234.

#### **Морозкова И.А.**

аспирант Высшей школы естественных наук и технологий, [imorozik@live.ru](mailto:imorozik@live.ru)  
Научный руководитель: Кутакова Н.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры целлюлозно-бумажных и химических производств; Третьяков С.И., канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры целлюлозно-бумажных и химических производств

### **СОДЕРЖАНИЕ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ БАРБАРИСА 2015–2018 ГОДА СБОРА**

Под биологически активным веществом (БАВ) следует понимать любое химическое соединение, которое прямо или косвенно способно воздействовать на живые системы: человека, животных, представителей микроскопического мира и даже растения [1]. Это понятие может быть применено практически к любому веществу, поскольку большинство соединений, независимо от их структуры, могут оказывать воздействие на живой организм [2]. Что же отличает БАВ от других веществ? Большинство специалистов сходятся во мнении, что БАВ – химическое соединение, способное взаимодействовать с живым организмом только в очень низких концентрациях [3]. Лекарственные растения являются продуцентами многих БАВ, способных влиять на различные биологические процессы в организме животных и человека [4].

Барбарис – это большой род лиственных и вечнозеленых кустарников высотой от 1 до 5 м, встречающихся во всех умеренных и субтропических регионах мира. Плод представляет собой небольшую ягоду длиной 5–15 мм, при созревании красного или темно-синего цвета, часто с розовым или фиолетовым воскообразным поверхностным налетом; у некоторых видов они длинные и узкие, но шаровидные у других видов. Плоды эффективны при бронхите, кашле, пневмонии, простуде. Превосходное желчегонное, потогонное и мочегонное средство. В составе плодов имеется несколько веществ со свойствами биологически активных, в том числе дубильные вещества.

При выполнении работы решалась задача: количественно охарактеризовать содержание дубильных веществ (ДВ) в плодах различных видов барбариса, произрастающих в Дендросаду САФУ. Определение ДВ выполнено перманганатометрическим способом.

Содержание ДВ, %, определяется по формуле

$$X_{д.в} = \frac{(V_1 - V_2)K \cdot D \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_3(100 - W)},$$

где  $V_1$ ,  $V_2$  – объем 0,1 н. раствора  $KMnO_4$ , пошедшего на титрование (контрольный опыт), мл;  $K$  – поправка на титр (по щавелевой кислоте или по 0,1 н. раствору тиосульфата натрия);  $D$  – коэффициент пересчета на таннин: для гидролизуемых ДВ  $D = 0,004157$ , для конденсированных –  $D = 0,00582$ ;  $V_3$  – объем экстракта, взятого на титрование, мл;  $V$  – общий объем экстракта, мл.

Содержание ДВ в плодах различных видов барбариса, заготовленных в 2015–2018 гг., приведено на рис. 1.

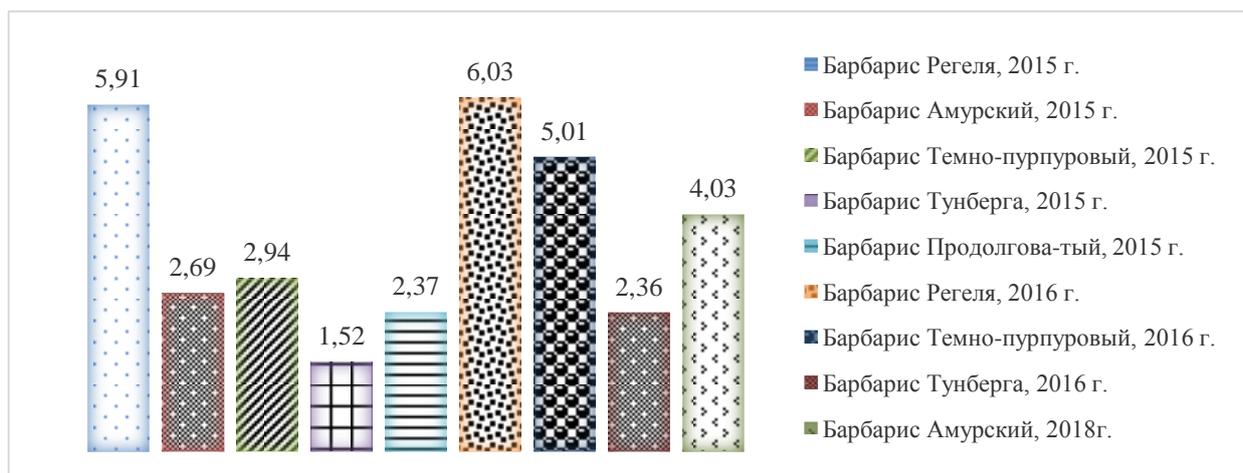


Рис. 1. Содержание дубильных веществ в плодах барбариса, %

По диаграмме можно сделать вывод, что больше всего дубильных веществ в группе образцов 2015 г. сбора содержится в плодах барбариса Регеля – 5,91 %. Среди плодов сбора 2016 г. выделяются плоды барбариса тёмно-пурпурового. В 2018 году исследованы плоды барбариса Амурско-

го, они не имеют отклонений по содержанию дубильных веществ от предыдущих.

Плоды барбариса представляют огромный интерес благодаря богатому химическому составу и широкому спектру биологического действия. Барбарис можно культивировать в северных регионах.

### Список литературы

1. Rubinskiene M., Viskelis P., Dambrauskiene E. Effect of drying methods on the chemical composition and color of peppermint (*Mentha × piperita* L.) leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 102, No. 2 (2015), pp. 223-228. DOI 10.13080/z-a.2015.102.029
2. Sledz M., Nowacka M., Wiktor A. Selected chemical and physicochemical properties of microwave-convective dried herbs. *Food and bioproducts processing*, Vol. 91, Issue C4, 2013, pp. 421-428.
3. Calin-Sanchez A., Figiel A., Lech K. Effects of drying methods on the composition of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil. *Drying technology*, Vol. 31, Issue 2, 2013, pp. 224-235.
4. Robaina-Mesa M., Lopez-Hernandez D.O., Rodriguez-Chanfrau E., Spray J. Dried aqueous extract of *Orthosiphon aristatus blume* (Java tea). *Brazilian Journal of pharmaceutical Sciences*, Vol. 53, Issue 3, no. UNSP e 00015, 2017.

#### Московкин М.О.

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, kontadorlol@gmail.com

Научный руководитель: Чиждова Л.А., канд. экон. наук, доцент кафедры прикладной информатики

### ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ УСЛУГ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Современная экономика характеризуется рядом быстрорастущих видов деятельности, одним из которых является сектор услуг, включающий в себя, в том числе, и общественное питание. Свидетельством этому выступают данные статистики как количества предприятий сферы общественного питания, так и их годовых оборотов. Так, по состоянию на 2018 год количество предприятий общественного питания в РФ составило около 116 тыс. единиц, что больше, чем в 2008 году почти в два раза [1, С. 141]. В тоже время оборот предприятий общественного питания в России в 2018 году по данным официальной статистики составлял 1528 млрд. руб. (рис. 1) [2, С. 888].



Рис. 1. Динамика оборота общественного питания в России, млрд. руб.

В 2017 году показатель физического объема оборота общественного питания продемонстрировал положительную динамику (+3,2 %). По итогам 2018 года рост оборота общественного питания ускорился и составил 3,7 %. Так, например, только общий объем рынка фаст-фуда в России в 2018 году был оценен аналитиками компании Euromonitor International в 510 млрд. руб. [3, С. 11].

Конкурентоспособность современных предприятий в настоящее время напрямую зависит от применяемых ими инновационных технологий, методов и способов организации деятельности [4, С. 14], в том числе и в секторе услуг общественного питания.

Основными мотивами разработки и внедрения инноваций предприятиями отрасли общественного питания являются: возможность увеличения объема продаж; уменьшение издержек с применением более совершенных технологий производства и сбыта; повышение качества продукции и обеспечение разнообразия услуг [5, С. 72].

В современных условиях в мегаполисах востребованы инновационные технологии, а именно – электронные раздаточные линии и электронное меню. К преимуществам электронного меню относятся: скорость обслуживания, простота обновления, повышение лояльности клиентов, и как следствие вышеизложенного – увеличение объемов продаж [6, С. 60].

В зарубежных странах (в основном странах Европейского союза и США) в секторе общественного питания распространено использование мобильных приложений, предназначенных не только для выбора меню, но и для развлечений клиентов. Например, во Франции появились рестораны и кафе, где на столах посетителям предлагаются сенсорные планшеты для самостоятельного формирования заказа, игры или оплаты счета. Например, «Applebee's» использует около 100 тыс. планшетов в своей сети ресторанов общественного питания [5, С. 75], а сеть «Chick-fil-A» предоставляет услуги заказа еды внутри кафе прямо из мобильного приложения.

Предприятия сферы общественного питания могут также использовать такой вид мобильных приложений как корпоративные или приложения для бизнеса. Такие приложения имеют два способа установки: первый – через магазины приложений AppStore, Google Play, второй – установка напрямую в мобильные устройства сотрудников от производителей. Корпоративный тип мобильных приложений может распространяться по модели SaaS (англ. software as a service), которая по своей сути является одним из видов услуг поставщика по разработке веб-приложения, дальнейшей оптимизации его работы со сторонним программным обеспечением и предоставлении заказчику доступа к программному обеспечению через Интернет [1, С. 144].

Начиная с 2016 года, достаточно широкое распространение в сфере заказа услуг общественного питания получила технология оформления голосового заказа с помощью смартфона. В этом современном обществе помогают голосовые помощники, например, «Google» и «Apple», которые обеспечивают взаимодействие клиента с роботом, вместо реального человека. Такой функцией уже обладает «Sturbucks» и «Domino's Pizza» в Китае и Америке соответственно [7].

Сейчас бизнес по доставке еды на дом развивается очень стремительно. Гиганты отрасли соревнуются в скорости доставки и качестве продуктов. Кто-то создает своё собственное приложение или сайт, другие интегрируются с платформами, где пользователь может выбрать из сотни ресторанов и кафе («Яндекс.Еда», «Delivery Club» и тому подобное).

Появляются так называемые «облачные кухни» или «dark-kitchen», которые имеют только кухню и доставку, то есть, не существует физического пространства (посадочных мест), чтобы прийти и заказать еду самостоятельно. Такие кухни предоставляют, в основном, обычные завтраки, обеды и ужины для людей, кто не любит или не имеет много времени на приготовление пищи. «Облачные» кухни славятся очень быстрой доставкой. Примерами «облачных кухонь» являются: «Кухня на районе» в Москве, «Готово» в Санкт-Петербурге [8].

Кухни формата «dark-kitchen» в большинстве своём работают только через мобильные приложения, которые позволяют не только заказывать еду в пару кликов, но и контролировать калории, настраивать предпочтения. Такие кухни специализируются в основном на обычной, домашней еде. Достоинством организации такой кухни выступает наличие сравнительно небольшой по площади территории и минимального набора специального оборудования (без затрат на дизайн помещения, мебель для оборудования обеденной зоны клиентов и т.п.) [9].

Учитывая изложенное выше, можно утверждать, что услуги доставки готовых блюд являются очень востребованными и представляют собой одно из самых перспективных направлений развития деятельности пред-

приятый сферы общественного питания, как на зарубежном, так и на отечественном рынке. Сервис доставки нацелен на своевременность и быстроту, курьеры и кухни работают по зонам, чтобы обеспечивать максимальную скорость обслуживания клиентов. Некоторые сервисы предлагают пользователям обойтись даже без взаимодействия с курьерами. Таким способом, можно указать в комментариях к заказу, где будет удобно его забрать, и курьер его оставит, например, под дверью, и моментально оповестит об этом клиента, заказавшего еду.

Что касается мобильных приложений, то все они содержат обязательные разделы: каталог, корзина и оформление заказа. Тем не менее, мобильные приложения отличаются, имея свои достоинства и недостатки, кратко представленные в табл. 1 [10].

Таблица 1

Достоинства и недостатки приложений для доставки в сфере услуг общественного питания

Наименование мобильного приложения / краткая характеристика	Достоинства	Недостатки
Delivery Club и Яндекс.Еда (агрегаторы)	Быстрая регистрация, большой охват ресторанов, быстрая доставка, поиск по типу еды, баллы, акции и промокоды	-
Додо Пицца	Мгновенная регистрация, вложенные разделы, возможность наблюдать за процессом приготовления пищи	Работает не во всех районах города
Кухня на районе и Готово	Быстрая доставка, домашняя еда, промокоды, возврат пластиковой посуды, синхронизация с приложениями-агрегаторами	Отсутствие веб-версий и заказа по телефону
Uber Eats	Работает практически во всём мире, возможность отслеживать доставку, бонусы и промокоды	Платная доставка
Тануки	Бесплатная доставка, скидка 10 % при заказе через приложение	Долгая загрузка меню, нет описаний некоторых блюд, сложная навигация в боковом меню
2 Берега	Понятный интерфейс, бонусная программа, скидки, множество фотографий	Отсутствие истории заказов, зависания при оплате картой
Папа Джонс	Минимальное количество слов, удобный дизайн	Сложная регистрация, странное шифрование паролей, проблема с нахождением и запоминанием адресов

Таким образом, идеального приложения пока не существует, но требования к оптимальности мобильного приложения можно свести к правилам разработки, представленным схематично на рис. 2.

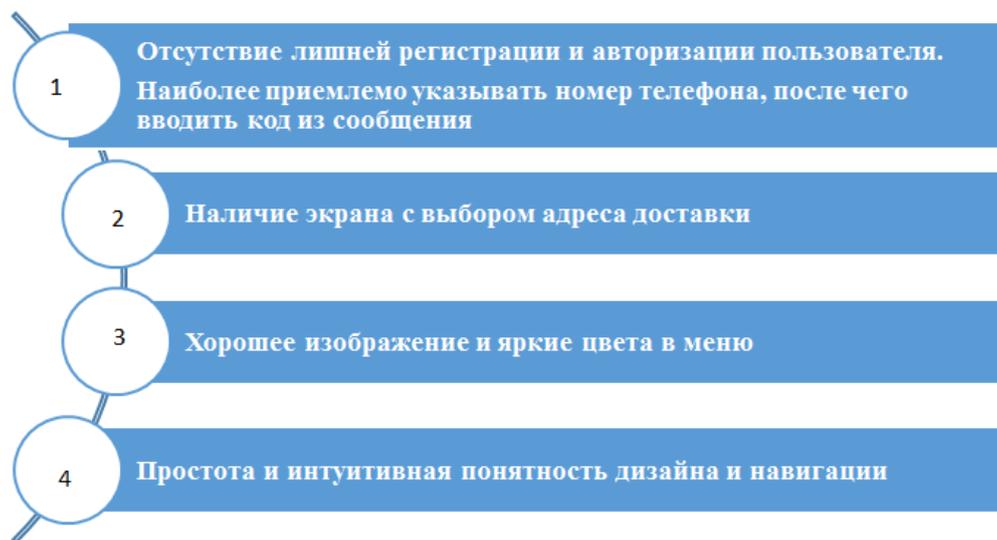


Рис. 2. Правила разработки оптимального мобильного приложения по доставке продукции предприятий сферы услуг общественного питания

С течением времени все очевиднее становится то, что будущее общественного питания становится зависимым от инновационных технологий, в том числе применяемых мобильных приложений в сфере доставки готовых блюд.

В целом же для успешного ведения бизнеса не только общественного питания, но и в других секторах экономики, необходимо больше внимания уделять ориентированности на клиентов, использовать современные информационно-аналитические системы и т.д. [11, С. 89].

### Список литературы

1. Поклонова Е.В., Савина Е.Ю. Мобильное приложение – инструмент развития предприятий общественного питания // Политика, экономика и социальная сфера: проблемы взаимодействия. 2016. №3. С. 141–146.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с.
3. Бюллетень текущих тенденций российской экономики. Личное потребление товаров. № 47. Март 2019 г. – 20 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/21603.pdf>
4. Факторы устойчивого развития регионов России: монография / Г.Р. Гибадатова, Т.С. Гринько, А.А. Давыдова и др. / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Книга 16. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 283с.
5. Соколова О.Л., Скопова Л.В. Обзор зарубежного опыта внедрения инноваций в сфере услуг индустрии питания // Индустрия питания. 2019. Том 4. №1. С. 72–80. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-1-8

6. Казакова Т.И., Попова И.Ю. Современное качество обслуживания в индустрии питания через информационно-ресурсный потенциал // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2015. №1 (10). С. 57–60.

7. Котин М.И. How technology is changing the fast food industry. [2020] [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://dodopizzastory.com/2020/03/04/technology-changing-fast-food/> (дата обращения 16.03.2020)

8. Официальный сайт сервиса «Кухня на районе». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://localkitchen.ru>

9. Северная «Кухня»: основатели петербургского облачного ресторана «Готово» рассказали о запуске, развитии и конкуренции. [2020] [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://vc.ru/food/100570-severnaya-kuhnya-osnovateli-peterburgskogo-oblachnogo-restorana-gotovo-rasskazali-o-zapuske-razvitii-i-konkurencii> (дата обращения 20.03.2020)

10. Обзор приложений сервисов доставки еды. [2018] [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://vc.ru/flood/37055-kak-horoshie-servisy-dostavki-edy-lazhayut-v-prilozheniyah> (дата обращения 18.03.2020)

11. Бизнес-сообщество Русского Севера: модели поведения: монография / А.Г. Тутьгин, В.Б. Коробов, Л.А. Чижова, К.О. Малинина. – Ростов н/Д: Легион-М, 2018. – 244 с.

### **Мотовилов А.И.**

студент Высшей инженерной школы, [alexmo2013@yandex.ru](mailto:alexmo2013@yandex.ru)

Научный руководитель: Чельшева Т.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры лесопромышленных производств и обработки материалов

## **ЛЕСНЫЕ ПЛАНТАЦИИ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЫРЬЕМ**

Цель данной статьи заключается в изучении и применении технологии создания лесных плантаций как способа обеспечения лесозаготовительных предприятий сырьём.

В мире потребность в древесине постоянно растёт, поэтому самой актуальной задачей является ускоренное выращивание древесных пород.

Выращиванию искусственных пород деревьев уделяется большое внимание как в странах с хорошим запасом древесины, так и в странах которые испытывают дефицит в ней.

Лесная плантация – это участок земли, на котором происходит посев или посадка с целью лесовосстановления.

При создании лесных плантаций необходимо строго придерживаться последовательности разработанной технологии.

Далее предложена технология создания лесных плантаций для Усть-Покшеньгского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан».

Усть-Покшеньгский леспромхоз основан в 1983 году. Сегодня он является одним из крупнейших лесозаготовительных предприятий Архангельской области. Для п. Ясный это градообразующее предприятие. На базе Усть-Покшеньгского ОП в 2015 году был создан «Светлозерский» производственный участок, сегодня – Светлозерское подразделение.

Расчётная лесосека 723 тыс. м<sup>3</sup>.

Общая площадь лесного участка – 821 581 Га.

На предприятии трудится более 410 чел. [1].

Технология создания лесных плантаций для Усть-Покшеньгского обособленного подразделения ООО ПКП «Титан»:

#### 1. Подбор и обследование места выращивания насаждений

В эту операцию входит подбор территорий, где имеются необходимые почвенные условия, так же при выборе этих условий, мы сможем узнать какую именно породу выращивать на этой территории. При правильном выборе породы можно в будущем получить больше древесной массы, если же порода будет выбрана неправильно, то это приведет к гибели плантации. При выборе породы следует учитывать: гидрологию, влагу и климатические условия. Рекомендуются с каждого гектара плантации брать пробы почвогрунта по 5 шурфов [2].

#### 2. Удаление пней

Подготовка территории под посадку включает: уборку мелких кустарников, больших камней и пней.

Устранение пней планируем осуществлять механическим методом. Корчевание осуществляется без разрушения пня корчевательной машиной ВКМ-2 [3].

#### 3. Удаление поросли

На территории без пней и на территориях со сгнившими пнями будет осуществляться удаление древесной поросли кусторезом ДП-24.

#### 4. Мульчирование

В основу этого технологического процесса входит очистка площадей от остатков древесины и превращение этой древесины в щепу. Машина для уборки остатков древесины – мульчер Lamtrac LTR 8300T [5].

#### 5. Подготовка почвы

В подготовку почвы входит основной процесс – это глубокая вспашка. Вспашка обязательно происходит осенью с целью максимально поглощения влаги в осенне-зимний период.

Вспашку почвы предлагается производить с помощью плугов, например, Плуг ПН-4-35, Плуг ПЛ-1.

После проведения основной подготовки почвы, проводится дополнительная подготовка: культивация почвы (применяется для подготовки

почвы перед посадкой и для улучшения плодородия почвы), фрезерование (применяется тогда, когда в почве имеются нежелательные включения), боронование (применяется для рыхления почвы).

Уплотнение почвы происходит с помощью катков.

Так же на территориях лесных плантаций может производиться планирование, для того, что бы участки земли были выровнены, и не было скопления воды в низинах и засухи на возвышенностях.

#### 6. Оборудование для посадки деревьев

На посадках поросли предлагаем использовать машину ССН-1, в которой посадка осуществляется в наклонную щель (под углом  $15^\circ$  к вертикали, образованную коробчатым сошником). Это облегчает самоосыпание почвы и улучшает качество заделки. Посадочный аппарат, установленный на шарнирной рамке наклонно под тем же углом, что и сошник, и копирующий рельеф независимо от глубины хода сошника, состоит из планок с захватами, прикрепленных к диску. Последний расположен на валу, на конце которого закреплено опорное колесо с почвозацепами для привода посадочного аппарата. Приемный столик, установленный над посадочным аппаратом, имеет зажим, в который можно закладывать сеянец до подхода захвата посадочного аппарата. Шаг посадки может составлять 0,5, 0,75, 1 и 1,5 м. Почву в посадочной щели уплотняет один каток. Корни сеянцев прижимаются к стенке щели, которая удерживает их от сдвига в направлении движения машины и уменьшает изгиб и наклон стволика.

Лесопосадочная машина ССН-1 представлена на рис. 1.

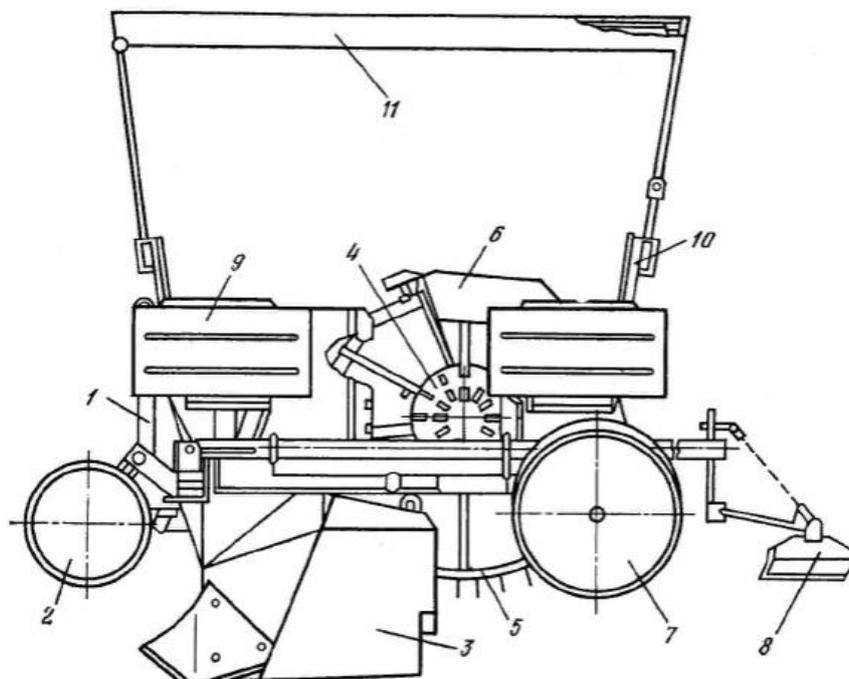


Рис. 1. Лесопосадочная машина ССН-1: 1 – брус; 2 – опорное колесо; 3 – сошник; 4 – посадочный аппарат; 5 – приводной обруч; 6 – приемный столик; 7 – уплотняющий каток; 8 – загортач; 9 – ящик для посадочного материала; 10 – сиденье; 11 – тент

## 7. Уход за посадками, подкормка насаждений

На первом году после посадки необходимо будет проводить тщательный уход, который заключается в трехразовой обработке почвы. Борьба с сорняками на начальных этапах будет выполняться с помощью ручного труда, а далее используем специальные механизмы, также возможно применение химической обработка.

Лесные плантации нуждаются в подкормке. В первый год подкормку выполняем с помощью гумуса (опавшие листья). В последующие года подкормка будет осуществляться с помощью химических и азотных удобрений.

## 8. Заготовка и отгрузка древесины

Особенности заготовки древесины в лесных плантациях.

Заготовка древесины на лесных плантациях происходит ровно в установленный срок специализированным оборудованием.

Заготовка древесины на лесных плантациях может выполняться разными методами: ручным моторным инструментом, однооперационными машинами, многооперационными машинами.

На выбор системы машин влияет: в каких насаждениях (какого возраста рубки, и, соответственно, какого размера деревья будут вырубаться) проводятся работы; рельефные и почвенно-грунтовые условия плантаций, необходимая производительность, вид вывозимых с плантации лесоматериалов.

В систему машин для заготовки древесины в Усть-Покшеньгском ЛПХ входят: харвестер «Volvo EC220DL» (рис. 2.) и форвардер «Rottne Solid F14» (рис. 3) [6] В данном случае харвестер осуществляет срезание деревьев, очистку от сучьев, раскряжевку ножами силового действия. Некоторые балансы пакетируются и сбрасываются на волок. Пачки балансов трелюются к лесовозным дорогам колесным форвадером с последующей погрузкой на автопоезда [7].



Рис. 2. Харвестер «Volvo EC220DL»



Рис. 3. Форвардер «Rottne Solid F14»

Лесные плантации представляют перспективное направление целевого выращивания. Сейчас происходит истощение запасов естественных лесов, а также рост в потребности древесины, становится очевидным, что участки лесовосстановления являются предпочтительным вариантом для получения древесного сырья.

В данный момент в России очень мало уделяется внимание лесным плантациям, но в скором времени придет понимание того, что необходимо широкое развитие этого направления.

Таким образом, при создании лесных плантаций с целью обеспечения лесозаготовительного предприятия Усть-Покшеньгский ЛПХ сырьём в будущем решиться проблема нехватки древесины для нужд предприятия, так как потребность на древесину растёт и, в скором времени, запасов древесины будет не хватать. Также создание плантаций оптимально повлияет на окружающую среду и решит проблему с трудоустройством граждан.

### Список литературы

1. Усть-Покшеньгское обособленное подразделение ООО ПКП «Титан» [Электронный ресурс] – <http://www.titangroup.ru/activities/wood/ust-pogshennski/>
2. Выращивание и эксплуатация лесных плантаций: научной издание, 2016. – Вагвелди Андреа, Фехер Шандор, Хорват Бела, Коман Саболч, Ковач Габор, Сабо Ласло, Цупи Имре (Венгрия); Григорьев Игорь, Григорьева Ольга, Данилов Дмитрий, Куницкая Ольга, Криваш Елена (Российская Федерация) – University of West Hungary Press, 2016, 134 с.
3. Корчевальные машины [Электронные ресурс] – <http://agrolib.ru/rastenievodstvo/item/f00/s00/e0000949/index.shtml>
4. Студенческая библиотека онлайн. Машины для подготовительных работ [Электронные ресурс] – [https://studbooks.net/2446318/tehnika/mashiny\\_podgotovitelnyh\\_rabot](https://studbooks.net/2446318/tehnika/mashiny_podgotovitelnyh_rabot)
5. Лесозаготовительное оборудование [Электронные ресурс] – [https://spb.tiu.ru/p379923431-mulcher-lamtrac-ltr.html?openstat=tiu\\_prosale%3Bмульчеры%3BМульчер+Lamtrac+LTR+8300T%3Bcatalog](https://spb.tiu.ru/p379923431-mulcher-lamtrac-ltr.html?openstat=tiu_prosale%3Bмульчеры%3BМульчер+Lamtrac+LTR+8300T%3Bcatalog)
6. Ferronordic [Электронные ресурс] – <https://ferronordic.com/ru/catalog/harvesters/EC220DF/>
7. Лесозаготовительная техника [Электронный ресурс] – <http://specpeps.ru/tech/les-8578/rottne/solid-f14.html>

**Мотовилов А.И.**

аспирант Высшей школы энергетики, нефти и газа, a.motovilov@narfu.ru

Научный руководитель: Соловьев И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры электро-энергетики и электротехники

## **ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

Транзитные перетоки мощности по межсистемной сети 110-220 кВ Архангельской энергосистемы (далее ЭС) покрывают небалансы генерируемой и потребляемой электрической мощности в различных районах области. Баланс мощности Архангельской ЭС покрывается за счет собственной генерации, а также за счет сальдо-перетоков мощности из соседних энергосистем. Внутри суточная разница между максимальным и минимальным потреблением составляет около 200 МВт.

Системной аварии, как правило предшествует локальная авария (происходит аварийное отключение генераторов, отключается одна или несколько нагруженных магистральных ЛЭП 110-220 кВ), что приводит к нарушению установившегося баланса мощности в ЭС. Каждая авария индивидуальна из-за наложения случайных факторов [1], таких как износ оборудования, ошибочные действия персонала, неправильная работа противоаварийной автоматики по причине отсутствия в алгоритме реально возникающих сценариев развития аварии. Основная задача процесса оперативно-диспетчерского управления заключается в том, чтобы параметры, определяющие режим работы ЭС, не превышали допустимых значений в любой момент времени.

Изменение состояния коммутационных аппаратов электрической сети обусловлено потребностями в выводе оборудования в ремонт, а также предотвращением развития и ликвидации нарушения нормального режима работы ЭС. В условиях постоянно меняющейся нагрузки генераторов и потребителей могут возникнуть перегрузки связей между энергорайонами. Решить эту проблему можно усилением сети и/или используя новые алгоритмы при управлении режимами работы ЭС. Действующими инструкциями по производству переключений установлены общие требования к последовательности действий по подготовке режима работы энергосистемы, по изменениям в логике действия противоаварийной автоматики и операциям с коммутационными аппаратами.

Системные аварии возникают, как правило в ремонтных схемах системообразующей сети. Последствиями являются перегрузки ЛЭП, снижение напряжения и частоты в энергосистеме, отключение электростанций и потребителей. В случае, если развитие аварии носит каскадный характер, происходит последовательное отключение элементов ЭС, что приводит к продолжительным и тяжелым последствиям для электросистемы. Математическое моделирование процессов [2] позволяет определить не-

обходимые параметры функционирования энергосистем и предотвратить аварии на этапе планирования режимов работы ЭС. Но такой подход требует расчетов для множества возможных вариантов ремонтных режимов ЭС с учетом различных вариаций отказов элементов системы. Уменьшить расчетные трудозатраты и при это учесть все возможные сценарии развития каскадных аварий на длительную перспективу позволяет использование при расчетах базовых режимов, при которых наблюдается минимальное отклонение балансов мощности в узлах ЭС. Такой подход позволяет оценить необходимость применения определенных действий, предотвращающих развитие каскадных аварий, а также предсказать вероятный ущерб.

Рост неоднородности сети увеличивает вероятность возникновения каскадного сценария развития аварий, так как сопровождается изменением топологии электросети и нарушением соотношения между генерацией и потреблением энергии, что приводит к перераспределению потоков мощности в элементах сети. Для отстройки от такого процесса применяется критерий  $N-1$  [3]. Выполнение этого критерия увеличивает затраты на производство и поставку электроэнергии, а также ухудшается оптимальная загрузка генерирующих мощностей, что увеличивает потери в сети. Но значительно повышается устойчивость ЭС и надежность электроснабжения потребителей.

В работах [4, 5] рассмотрены возможности планирования мероприятий по снижению риска каскадного развития аварии и уменьшения расходов на эксплуатацию с позиции неоднородности ЭС на этапе краткосрочного прогнозирования с применением конкретных мер по изменению топологии сети, генерации и потреблению.

Для проведения анализа топологических свойств сети дефицитного узла (рис. 1) и факторов, при которых возможно развитие каскадных аварий, необходимо в качестве исходных данных использовать топологическую модель ЭС на основе данных телесигналов состояния коммутационных аппаратов. Также требуется модуль расчета установившихся режимов с математической моделью ЭС, использующий данные телеизмерений с объектов ЭС.

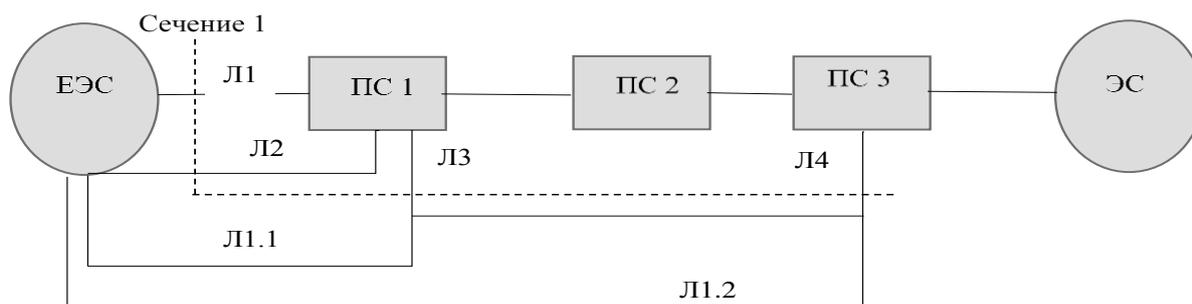


Рис. 1. Схема сети

Схема сети (рис. 1) показывает связь энергорайона и подстанций ПС1-3 с Единой Энергосистемой России по сечению 1. В состав сечения входят четыре линии (Л1-4), МДП и АДП приведены в табл. 1. Л1.1 и Л1.2 не входят в сечение.

Этапы анализа топологических свойств сети:

1. анализ топологии сети для выявления ее слабых мест для режима ДО и ПОСЛЕ отключения элемента электрической сети (критерий  $N-1$ );
2. компенсация недостающей телеметрии;
3. определение контролируемых параметров;
4. поиск предельных режимов по заданной траектории методом последовательного утяжеления;
5. оценка влияния звена электрической сети на надежность ЭС;
6. анализ полученных результатов для определения новой функции зависимости режима ДО от режима ПОСЛЕ отключения элемента сети.

В нормальном режиме работы системы каждый элемент  $L_i$  сечения 1 имеет определенную токовую нагрузку:

$$L_i \leftrightarrow I_{1i} < I_{\text{доп}1i}.$$

При отключении элемента сечения 1 или генерирующей мощности в рассматриваемом узле, элементу  $L_i$  сечения 1 будет соответствовать

$$L_i \leftrightarrow I_{1i} + \Delta I_{1i}.$$

Если токовая загрузка элемента  $L_i$  превышает допустимую, возникают каскадные процессы, при этом выполняются условие:

$$I_{1i} + \Delta I_{1i} > I_{\text{доп}1i}. \quad (1)$$

При невыполнении условия каскадный процесс в сечении прекращается независимо от того, каким образом развиваются в узле другие энергетические процессы.

Если сечение связывает два независимых узла, то переток мощности по сечению зависит от изменения условий в обоих узлах. Каскадная авария в этом случае так же развивается при выполнении условия (1).

Отказ элементов, участвующих в производстве оперативных переключений, не должен способствовать созданию аварийной ситуации при изменении топологии схемы электрической сети. Избежать аварии позволяет увеличение допустимой области режимов на время операций с коммутационными аппаратами с использованием выпускаемых оперативных резервов, величина которых определяется с учетом коэффициента влияния, а также сетевых ограничений.

Характеристика, обеспечивающая визуальный контроль области допустимых режимов для самого тяжелого возмущения при производстве оперативных переключений на объекте ЭС показана на рис. 2.

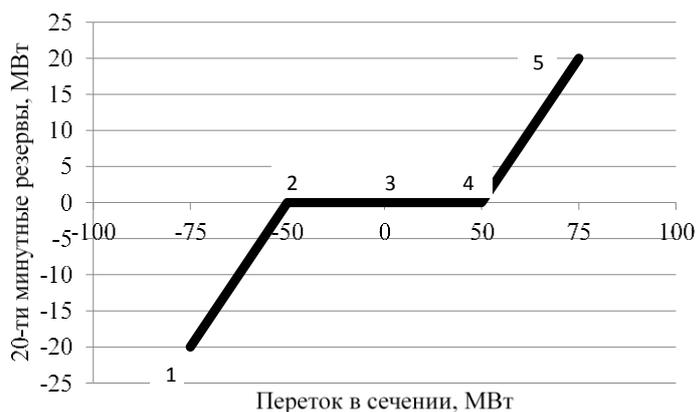


Рис. 2. Область допустимых режимов

Анализ графика изменения области допустимых режимов показывает, что отрицательному направлению перетока мощности по сечению соответствует участок 1-2-3, положительному – участок 3-4-5. Участок 2-3-4 определяет область допустимых перетоков мощности ремонтной схемы при которой не требуется привлечение резервов, при перетоке, соответствующему участку 1-2 или 4-5 резервов достаточно для приведения режима в допустимую область. Такой подход позволяет на время производств оперативных переключений увеличить область допустимых режимов на 50 %.

Управление режимами работы энергосистемы осуществляется посредством оперативных переключений. При определении режимных указаний к заявкам на вывод оборудования в ремонт расчетный режимом, как правило, является период максимума нагрузки. Период времени производства переключений может быть отличным от расчетного, поэтому данный подход не являются оптимальными с точки зрения экономичности и надежности. Если сеть имеет значительную неоднородность для обеспечения запаса по пропускной способности необходимо рассматривать увеличение допустимых значений на строго определенную величину. При этом следует рассматривать не значения балансов в узлах, а загрузки элементов сечений, в которых возможно существование каскадных аварий. [9]. Для того, чтобы исключить возможность возникновения каскадной аварии необходимо отстроить режим от превышения допустимых значений пропускной способности элементов.

Увеличение диапазона перетоков по элементам сети позволит, не снижая уровня надежности, отказаться от использования менее эффективных электростанций на время переключений. Задачи оценки и контроля установившихся и предстоящих режимов ЭС в реальном времени являются важными и актуальными для повышения эффективности работы энергосистемы. Соответствие моделируемых параметров электроэнергетического режима реальным увеличит точность решаемых задач. Это возможно при дальнейшем повышении уровня цифровизации объектов энергосистем.

## Список литературы

1. Кощев Л.А Системная противоаварийная автоматика в ЕЭС СССР (России) / Л.А. Кощев // Электрические станции – 2005.-№1
2. Баринов В.А., Мамиконянц Л.Г., Строев В.А. Развитие математических моделей и методов для решения задач управления режимами работы и развития энергосистем // Электричество. 2005. № 7. С. 8–21.
3. Бондаренко А.Ф., Герих В.П. О трактовке критерия надежности  $N-1$  // Электрические станции. 2002. № 6. С. 40–43.
4. Шахмаев И.З. О способах предотвращения каскадных процессов в энергосистемах // Вестник УГАТУ. 2009. 1(34). С. 176-179
5. Мотовилов А.И. Предотвращение каскадных аварий при управлении энергосистемой/ Мотовилов А.И., аспирант, Соловьев И.И.,к.т.н. – Москва: ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал № 3 (60) / 2019 3 часть, 2019. – 27 с. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.60.27-31

### **Мотовилов А.И.**

аспирант Высшей школы энергетики, нефти и газа, a.motovilov@narfu.ru

Научный руководитель: Соловьев И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники; Хвиюзов М.А., канд. техн. наук, доцент, кафедра электроэнергетики и электротехники

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В настоящее время при эксплуатации электрооборудования в электрических сетях повсеместно внедряются и развиваются новые методы диагностики фактического эксплуатационного состояния электрооборудования. Самым объективным из них является тепловизионный контроль работающего электрооборудования, который позволяет принимать оперативные решения по допустимости режима работы электросетевого оборудования.

Применение термометра для контроля температуры объекта требует прямого контакта с ним. В случае, когда непосредственный контакт невозможен или опасен требуется контролировать температуру объекта с помощью пирометра или тепловизор. Принцип их действия основан на измерении в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света соответствующего мощности теплового излучения объекта.

На чувствительный элемент прибора, через объектив попадает инфракрасное излучение, который выдает напряжение, пропорциональное

температуре источника излучения. На дисплее цифровое значение измеренной температуры формируются электронными преобразователями. Отличие пирометра от тепловизора в том что первый измеряет температуру только в определенной области объекта, а второй позволяет получить визуальное распределение температуры по всему объекту в целом, что дает возможность определить местные локальные нагревы (например, отсутствие нагрева одного из радиаторов системы охлаждения, перегрев контактного соединения, повышенный нагрев фарфоровой покрышки, перегрев контактного соединения и т.д.).

В результате обследования тепловизором в его оперативной памяти создается таблица из строк и столбцов, а в ячейках находится информация о температуре одной точки объекта. Затем происходит формирование изображения, на котором для каждой точки с определенной температурой присваивается свой цвет: чем выше температура, тем ярче цвет.

Полученное изображение является копией естественного, и является искусственным, так как создано по температурам точек исследуемого объекта. Это изображение отображается на дисплее прибора.

Рассмотрим условную схему исследуемой подстанции (рис. 1).

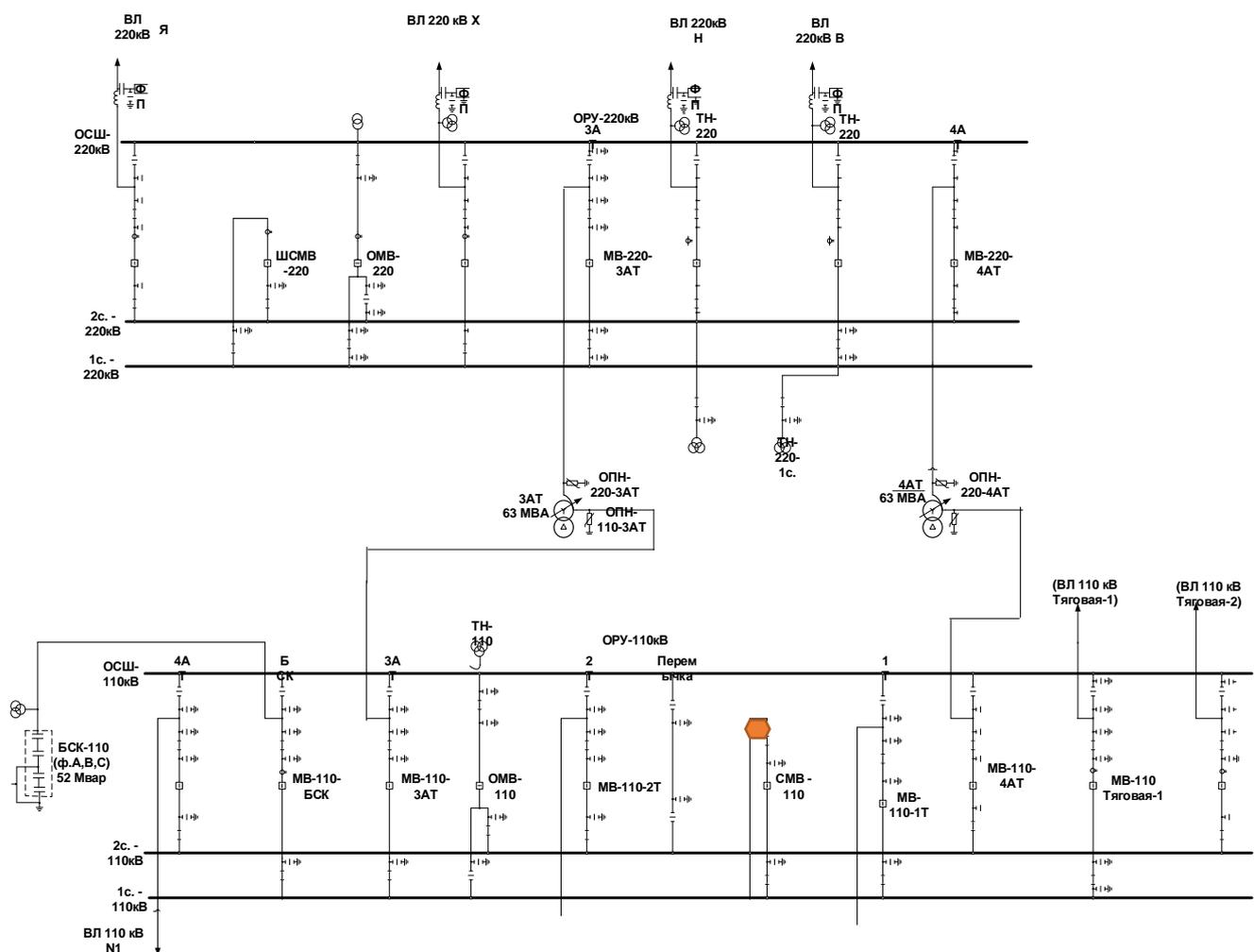


Рис. 1. Структурная схема исследуемой подстанции

Данная узловaя подстанция состоит из двух распределительных устройств 220 кВ и 110 кВ, связанных между собой двумя автотрансформаторами мощностью по 63 МВА (АТ-1, АТ-2). Присоединения 220 кВ являются межсистемными линиями электропередач, переток активной мощности по которым зависит от режима работы энергосистемы. К шинам 110 кВ подключена одна транзитная линия ВЛ 110 кВ N1 и тупиковая нагрузка через трансформаторы (1Т, 2Т), линии 110 кВ (ВЛ 110 кВ Тяговая-1 и ВЛ 110 кВ Тяговая-2), а также батарея статических конденсаторов (БСК-110 мощностью 52 МВАр). При исследовании режимов работы подстанции принято, что все присоединения включены в работу, при отключении тупиковых присоединений нагрузка автоматически переводится на резервное присоединение исследуемой подстанции, тем самым баланс нагрузки остается постоянным. Допустимый ток для присоединений 220 кВ – 600 А, для 110 кВ – 338 А, для автотрансформатора – 301 А по стороне 110 кВ. Потребляемая мощность ВЛ 110 кВ Тяговая-1, ВЛ 110 кВ Тяговая-2 и 1Т, 2Т составляет  $8,4+j10,5$  МВА. Переток по присоединениям в исходном установившемся режиме приведен в табл. 1.

Таблица 1

Токовая нагрузка в исходном режиме

Наименование присоединения	P, МВт	Q, МВАр
ВЛ 220 кВ Н	16	13
ВЛ 220 кВ В	68	-27
ВЛ 220 кВ Я	-41	-21
ВЛ 220 кВ Х	-35	-3
ВЛ 110 кВ N1	0	-4
АТ-1	4	17
АТ-2	4	16

Актуальной задачей для принятия управленческих решений является оценка рисков при определении очередности вывода оборудования в ремонт, необходимо учитывать электросетевые ограничения при реализации заявок на ремонт электрооборудования, а также необходимость обеспечения качества электрической энергии и надежности электроснабжения потребителей. Техническая целесообразность принятия тех или иных решений должна определяться на основании результатов расчетов установившихся режимов. В данной статье приведена методика действий при выявлении дефектного оборудования посредством тепловизионного контроля для повышения надежности электроснабжения потребителей и снижения вероятности распространения аварии на смежное электрооборудование.

Примем, что по результатам тепловизионного контроля (выполняемого перед началом производства переключений) выявлен сильный нагрев

контактного соединения шинного разъединителя 2 СШ 110 кВ на присоединении СМВ-110 (рис. 2. Место нагрева –  ).

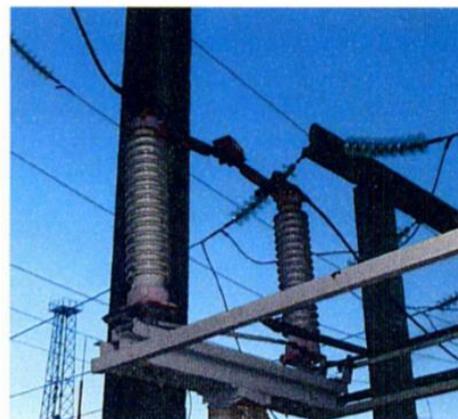
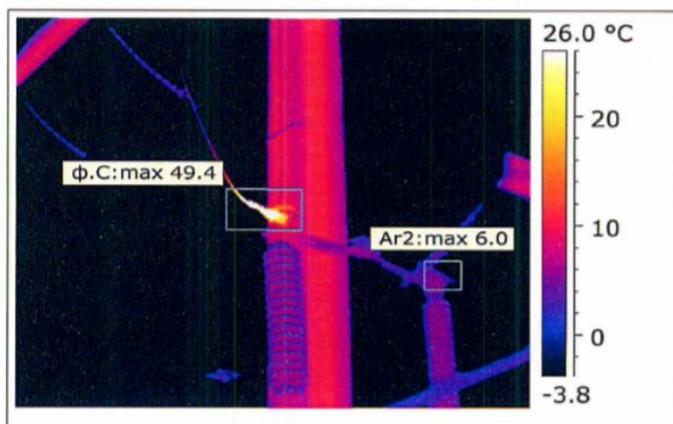


Рис. 2. Термограмма нагрева контактного соединения разъединителя

Персонал вводит данные, полученные по результатам тепловизионного обследования в программный комплекс, в котором производятся расчёты установившегося режима с учетом всех вариантов возможного потокоотказа оборудования. Рассмотрим случай, когда в результате отказа данного разъединителя отключается вся 2 СШ 110 кВ. Процесс изменения токов в присоединениях представлен в табл. 2.

Таблица 2

Изменение токовой загрузки после отключения 2 СШ 110 кВ

Наименование присоединения	Исходный режим (напряжение на стороне 110 кВ – 123 кВ), А	Послеаварийный режим (напряжение на стороне 110 кВ – 125 кВ), А	Допустимый ток, А
ВЛ 220 кВ Н	49	55	600
ВЛ 220 кВ В	174	174	600
ВЛ 220 кВ Я	-103	-109	600
ВЛ 220 кВ Х	-83	-83	600
ВЛ 110 кВ Вол	20	45	338
АТ-1	82	142	301
АТ-2	80	0	301

В табл. 2 показано, что при отключении 2 СШ 110 кВ значение текущего значения тока во всех присоединениях не превышает длительно допустимого тока, а напряжение не превышает наибольшего рабочего значения. Таким образом единичный отказ оборудования не приводит к аварийной перегрузке оборудования оставшегося в работе в послеаварийном и ремонтном режиме, а процесс вероятностного распространения аварии на смежное оборудование подстанции не возникает. Следовательно, производство переключений можно выполнять без подготовки режима в минимально возможный срок.

При принятии управленческих решений на основании отчета о проведении тепловизионного обследования электротехнического оборудования и оценки результатов расчетов установившегося послеаварийного электроэнергетического режима, можно оперативно определить допустимость производства переключений и оценить риск развития аварии при отказе дефектного элемента.

### Список литературы

1. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения. – 2-е изд., доп. – СПб.: СЗТУ, 2005. – 177 с.

2. Приказ Минэнерго России от 12.07.2018 № 548 «Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем и объектов электроэнергетики».

#### **Назарова А.В.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [anna\\_nazarova\\_1996@mail.ru](mailto:anna_nazarova_1996@mail.ru)

Научный руководитель: Абрамова Л.В., канд. с-х. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИДОВ ДЛЯ КЛИЕНТОВ СЕРВИСА ЛИДОГЕНЕРАЦИИ**

В современном мире для развития бизнеса одной из ключевых задач является привлечение новых клиентов. Одним из путей решения данной задачи является использование сервиса для сбора и распределения лидов (потенциальных клиентов).

Для автоматизации лидогенерации существуют различные решения, наиболее удобными из которых являются сервисы автоматизированного сбора и распределения лидов. Согласно условиям соглашения о неразглашении, конкретный сервис для которого ведется разработка, не может быть назван в данной публикации. Более того, данный документ не позволяет разглашать и сферу услуг сервиса, тем не менее, задачи, решаемые другими сервисами подобного типа в различных сферах (лид-менеджмент, диспетчеризация и т.д.), являются сходными, поэтому данная статья может быть полезна при разработке подходов к их оптимизации. Отдельного внимания заслуживают вопросы обоснования необходимости повышения

эффективности этих сервисов и определения основных критериев распределения. Именно поэтому данные вопросы и легли в основу статьи.

Сервис лидогенерации (онлайн-сервис для поиска потенциальных клиентов) работает шесть лет и на текущий момент выполняет сбор лидов более чем из двадцати источников, распределяя их между более чем шестьюстами клиентами (см. рис. 1). За время работы сервиса для решения задачи распределения лидов использовались разные подходы, однако, критериев, влияющих на распределение, существует большое количество, и многие из них не учитывались использованными алгоритмами. Например, не учитывалось расстояние между клиентом и лидом, а существовало только ограничение на распределение в пределах одного города. Однако, не в каждом городе есть клиент, на которого можно распределить лида, поэтому такие лиды отсеивались или направлялись на клиентов, готовых работать удаленно. Практика шестилетней работы сервиса показывает, что значительная часть лидов предпочитает сотрудничать с организациями, находящимися с ними в одном регионе, и избегать удаленного сотрудничества. Это обусловлено тем, что удаленная работа сопряжена с накладными расходами в виде транспортных, командировочных затрат и т.д. Кроме того, при личном контакте менеджеру по продажам легче заключить договор на оказание услуг, чем с использованием каких-либо средств коммуникации. Все это приводило к снижению конверсии (вероятности заключения договора между лидом и клиентом сервиса лидогенерации).

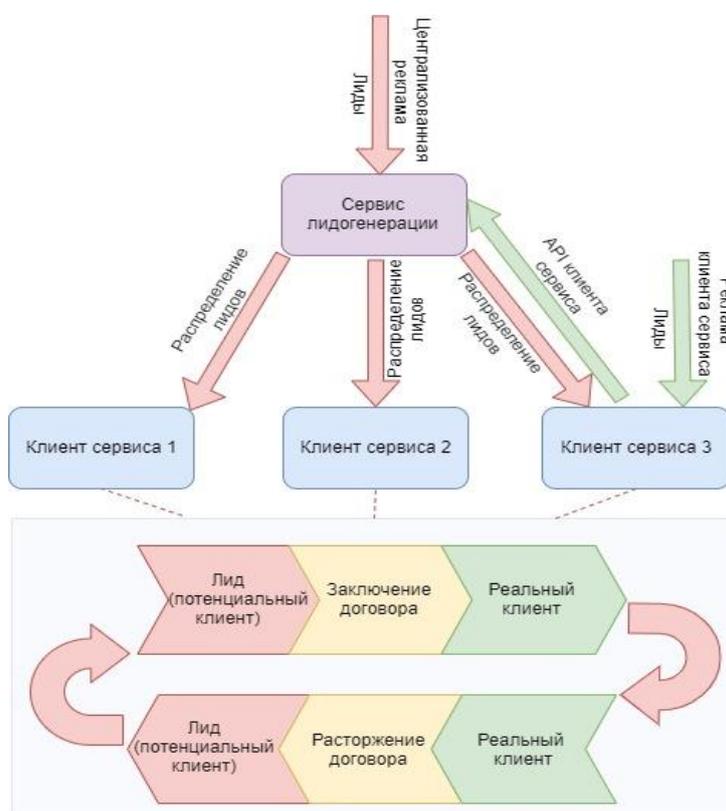


Рис. 1. Схема работы сервиса

Исходя из вышесказанного, остро стоит задача оптимального распределения лидов таким образом, чтобы они отправлялись к тем клиентам сервиса, которые способны наилучшим образом удовлетворить их потребности.

Аналогичная проблема исследуется в работе Дзестеловой К.Г. [1], однако, предметная область, рассмотренная автором, не предусматривает возможности нелинейного расширения клиентской базы, а также ряда ограничений сервиса лидогенерации, например, минимального ежемесячного количества лидов, направляемых каждому клиенту.

Важными критериями распределения являются квалификация сотрудников, их количество, статистика заключения договоров, отвалов, их причины и т.д. Ранее использованные алгоритмы распределения были основаны на гипотезах о их влиянии на конверсию, однако исследования, доказывающие эти гипотезы, не проводились ввиду отсутствия достаточного объема данных для этого. Высокая степень автоматизации лидогенерации позволила сервису за шесть лет работы накопить достаточный объем данных для проведения исследования факторов, влияющих на конверсию лидов. При обработке такого большого объема данных целесообразным является использование методов интеллектуального анализа данных, таких как факторный анализ, корреляционный анализ и методы машинного обучения.

Вопросы оптимального распределения в экономике и менеджменте поднимали в своих исследованиях Гуров А.В. [2], Харитонов А.В. [3], Моттаева А.Б. [4], Бакунец О.Н. [5]. Вопросы лидогенерации в областях маркетинга и экономики поднимались в статьях Новицкого П. [6], Большова А.А. [7]. Обзор научных работ показывает, что совершенствование процесса распределения лидов между клиентами сервиса лидогенерации является необходимым для повышения эффективности его работы. Однако, ни одна из изученных научных работ не рассматривает задачу оптимального распределения в рамках процесса лидогенерации.

Таким образом, задача оптимального распределения лидов между клиентами сервиса является актуальной ввиду отсутствия её комплексного решения, учитывающего особенности рассматриваемого сервиса лидогенерации.

Разработка методологии оптимального распределения лидов между клиентами для сервиса лидогенерации является реализацией государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика», так как удовлетворяет следующим целям программы:

1. Создание благоприятного предпринимательского климата и условий для ведения бизнеса;
2. Повышение инновационной активности бизнеса [8].

Тема исследования соответствует первой цели программы, так как оптимизация процесса распределения лидов будет вестись с учетом вероятности конверсии лида. Лид будет направляться к той организации, у которой этот показатель наивысший. Это позволит снизить трудозатраты на работу с лидами с низкой заинтересованностью. Тема исследования соответствует второй цели программы, так как разрабатываемая методология предлагает инновационный подход к распределению лидов, основывающийся на методах интеллектуального анализа данных и, в частности, машинного обучения. На сегодняшний день, искусственный интеллект развивается очень быстро, поэтому перспективность данного направления исследования очевидна.

Кроме того, исследование соответствует следующим задачам этой же государственной программы:

1. Формирование экономики знаний и высоких технологий;
2. Повышение предпринимательской активности и развитие малого и среднего предпринимательства;
3. Защита конкуренции на товарных рынках и соблюдение баланса интересов субъектов естественных монополий и потребителей их товаров (услуг) при реализации тарифной политики [8].

Тема исследования соответствует первой задаче, так как разрабатываемая методология основывается на результатах исследований в области искусственного интеллекта, развитие которой является одной из приоритетных задач современной науки. Внедрение методологии позволит сервису лидогенерации повысить эффективность работы, что приведет к повышению качества предоставляемых им лидов.

Тема исследования соответствует второй задаче, так как основными клиентами рассматриваемого сервиса лидогенерации преимущественно являются организации малого и среднего бизнеса. Это обусловлено тем, что для них крайне важна клиентская база, формируемая с использованием сервиса. В структуре крупных же организаций как правило присутствуют собственные подразделения, решающие задачи лидогенерации и работы с клиентами.

Тема исследования соответствует третьей задаче, так как разрабатываемый метод распределения лидов будет учитывать различные параметры организаций, стремясь обеспечить максимальную конверсию. За счет внедрения методологии, конкуренция за лидов сервиса будет сводиться к увеличению показателей эффективности работы самой организации, например, за счет повышения квалификации сотрудников.

Практическая значимость разработки методологии оптимального распределения лидов для клиентов сервиса лидогенерации заключается в возможности ее использования для повышения конверсии лидов за счет

учета критериев, оказывающих наибольшее влияние на процесс распределения.

### Список литературы

1. Дзестелова К.Г. Разработка автоматизированной системы распределения ресурсов банка с использованием оптимальной стратегии управления рисками при кредитовании промышленных предприятий [Электрон. ресурс] / К.Г. Дзестелова. // Библиотека диссертаций. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.dslib.net/sys-analiz/razrabotka-avtomatizirovannoj-sistemy-raspredelenija-resursov-banka-s.html>

2. Гуров А.В. Формирование эффективной системы распределения услуг на основе франчайзинга [Электрон. ресурс] / А.В. Гуров. // Библиотека диссертаций. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.dslib.net/economika-xoziajstva/formirovanie-jeffektivnoj-sistemy-raspredelenija-uslug-na-osnove-franchajzinga.html>

3. Харитонов А.В. Формирование системы распределения финансовых ресурсов в холдинге на основе маржинальной прибыли [Электрон. ресурс] / А.В. Харитонов // Электронная библиотека диссертаций. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/formirovanie-sistemy-raspredeleniya-finansovykh-resursov-v-kholdinge-na-osnove-marzhinalnoi->

4. Моттаева А.Б. Методология пространственного распределения предпринимательских структур региона на основе развития транспортной инфраструктуры [Электрон. ресурс] / А.Б. Моттаева. // Библиотека диссертаций. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.dslib.net/economika-xoziajstva/metodologija-prostranstvennogo-raspredelenija-predprinimatelskih-struktur-regiona.html>

5. Бакунец О.Н. Управление стратегией распределения ресурсов на основе многокритериальных динамических моделей [Электрон. ресурс] / О.Н. Бакунец. // Электронная библиотека диссертаций. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/upravlenie-strategiei-raspredeleniya-resursov-na-osnove-mnogokriterialnykh-dinamicheskikh-mo>

6. Новицкий П. Основные критерии лидогенерации [Электрон. ресурс] / П. Новицкий. // Научная электронная библиотека Elibrary. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23487560>

7. Большов А.А. Как покупать лиды: основы лидогенерации [Электрон. ресурс] / А.А. Большов. // Научная электронная библиотека Elibrary. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15571951>

8. Государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика». Постановление Правительства Российской Федерации от 19.09.2018 № 1111 [Электрон. ресурс] / Портал госпрограмм РФ. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://programs.gov.ru/Portal/programs/passport/15>

**Назарова В.В.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
lake\_surf@mail.ru

Научный руководитель: Казнин А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

## **КЛАССИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ДЛЯ ИХ РАЗРАБОТКИ**

Использование информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности качественно изменило жизнь человека и предоставило ему огромное количество возможностей. Так в кратчайшие сроки можно осуществить поиск и получить нужную информацию, имеется возможность, не покидая дома, непрерывно повышать свой образовательный уровень, осваивая новые знания, взаимодействовать с людьми, находящимися от нас на огромных расстояниях, использовать передовые технологии в своей работе и в быту, а также отдыхать и развлекаться. Сейчас трудно представить себе сферу жизни, которая бы не была связана с информационными технологиями. Люди различных возрастных категорий и занятий пользуются персональными компьютерами, планшетами, а также мобильными устройствами. Это привычные и необходимые атрибуты современной жизни.

Необходимо отметить роль мобильных устройств. Это универсальные устройства, так как совмещают функции персонального компьютера, фотоаппарата, видеокамеры, плеера и другие функции. Кроме того, они компактны, имеют небольшой вес и удобны в использовании. Ввиду этих достоинств мобильные устройства широко распространены и имеются практически у всех. Количество пользователей мобильных устройств увеличивается из года в год, так как с каждым годом расширяются их технические возможности.

Сегодня более 5,19 млрд человек пользуются мобильными телефонами – прирост на 124 млн. (2,4 %) за последний год [1]. Данная статистика позволяет сделать вывод, что разработка мобильных сегодня является актуальной задачей.

В современном информационном мире существует три вида мобильных приложений: нативное, веб-приложение и гибридное решение. Нативным называется приложение, которое разработано на языке программирования, являющимся родным для определенной платформы. В силу этого они обладают возможностью использовать все функции мобильного устройства – геопозиция, телефонный справочник пользователя, камера или датчики передвижения. Также данные приложения загружаются на устройство и, чтобы начать с ними работать, достаточно нажать на иконку. Этим приложениям свойственна высокая скорость работы и производительность [2].

Веб-приложения используют веб-технологии для полноценной работы на мобильном телефоне. Одно веб-приложение может функционировать на различных мобильных устройствах и платформах, что значительно увеличивает скорость процесса разработки. Приложение запускается независимо от модели телефона при открытии из браузера. Обновление приложения может происходить в режиме реального времени на сайте.

Гибридное приложение представляет собой комбинацию нативного и веб-приложения. Оно позволяет разрабатывать кроссплатформенные приложения, которые используют веб-технологии, а также имеют полноценный доступ к функционалу мобильного телефона. Гибридные приложения сочетают в себе главные преимущества нативных приложений с технологической актуальностью, которая обеспечивается новейшими веб-технологиями.

Для разработки мобильного приложения, программистом могут быть выбраны различные среды разработки: PhoneGap, Xamarin, React Native, Nativescript, Flutter [3].

В табл. 1 рассмотрим подробнее их основные преимущества и недостатки.

Таблица 1

Преимущества и недостатки современных сред разработки

Наименование	Преимущества	Недостатки
PhoneGap	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PhoneGap имеет простое API, позволяя легко начать разработку, для тех, кто сталкивался с HTML, CSS и JavaScript;</li> <li>- возможность использования любых JavaScript библиотек;</li> <li>- поддержка всех мобильных платформ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- трудности в получении обратной связи по сравнению с нативным приложением из-за визуализации с помощью встроенного браузера;</li> <li>- часто существующие плагины оказываются устаревшими</li> </ul>
Xamarin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большое сообщество;</li> <li>- легок для изучения, если уже есть опыт знакомства с C# и .NET;</li> <li>- возможность повторного использования уже написанного кода</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большой объем исходного файла для всех ОС;</li> <li>- существует проблема в создании сложного графического интерфейса, реализованы не все контролы</li> </ul>
React Native	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хорошо подходит для приложений с небольшими объемами данных;</li> <li>- хорошая совместимость с «нативными» компонентами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не подходит для приложений с большими объемами данных</li> </ul>
Native Script	<ul style="list-style-type: none"> <li>- производительность и функционал близкие к «нативной» разработке;</li> <li>- расширяемость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- небольшое сообщество;</li> <li>- для комфортной разработки необходимо приобрести платную версию</li> </ul>
Flutter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- простой для понимания язык;</li> <li>- скорость работы близкая к нативной;</li> <li>- обширное сообщество;</li> <li>- простая интеграция уже имеющихся сервисов Google</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- большой вес приложений;</li> <li>- наличие багов из-за частых изменений</li> </ul>

PhoneGap позволяет разработать приложение на Android с использованием HTML и CSS. С помощью PhoneGap Build компиляция под Android становится очень простой и любой желающий может разобраться как сделать приложение в данном фреймворке.

Xamarin использует единый язык C# для создания приложений для всех мобильных платформ. Функционально он представляет собой ряд субплатформ, которые в свою очередь играют значительную роль. С их помощью приложения имеют возможность направлять запросы к прикладным интерфейсам на устройствах [4].

ReactNative – это платформа JavaScript, используемая для создания пользовательских интерфейсов. Но вместо ориентации на браузер данный фреймворк ориентирован на мобильные платформы. Кроме того, поскольку большую часть кода, можно разделить между платформами, React Native упрощает одновременное развитие как для Android, так и IOS [5].

NativeScript – это фреймворк с открытым исходным кодом подходящий для разработки приложений на платформах Android и iOS с использованием JavaScript. Это позволяет веб-разработчикам использовать свои знания в области веб-технологий для доступа к собственным API-интерфейсам устройств, аппаратным средствам и элементам управления пользовательского интерфейса [6].

Flutter – это новый фреймворк от компании Google. Для разработки используется язык Dart, который представляет собой сплав C, C++, Java, Python. Flutter позволяет разрабатывать приложения под Android и iOS. Включает множество уже готовых элементов, отвечающих современным стандартам дизайна [7].

Сравнительный анализ кроссплатформенных фреймворков представлен в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ кроссплатформенных фреймворков

Фреймворк	PhoneGap	Xamarin	React Native	NativeScript	Flutter
Языки	JavaScript, HTML5, CSS3, Java, Objective-C, C#	C#, Xaml	JavaScript	JavaScript	Dart
Стоимость	Бесплатно/ Ionic pro \$29-199	Бесплатно/ \$539-2999 для комм. исп.	Бесплатно	Бесплатно/ Сервисы Sidekick Cloud \$19-249	Бесплатно
UI	Web	Native	Native	Web	Native
Приложения	Sony, Mozilla, Intel	The World Bank, EasyJet	Facebook, Discord, Instagram	Mypuma	Alibaba (частично), Google Adwords

Для создания приложения, использующего различные сенсоры смартфона, наиболее целесообразно использовать технологию разработки кроссплатформенного приложения. При выборе в пользу той или иной среды разработки стоит учитывать факторы большей распространенности и отсутствия необходимости первоначальных финансовых вложений. Проанализировав все достоинства и недостатки существующих подходов, можно приступать к проектированию приложения с учетом выбранных средств реализации.

### Список литературы

1. Глобальная статистика интернета на 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/> (дата обращения: 01.03.2020).
2. Мобильные приложения: нативные, веб и гибридные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agilie.com/ru/blog/mobilnyie-prilozheniia-nativnyie-veb-i-ghibridnyie> (дата обращения: 09.03.2020).
3. Обзор кроссплатформенных решений для разработки мобильных приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/319348/> (дата обращения: 15.03.2020).
4. Xamarin [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.xamarin.com/>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. С экрана.
5. React Native. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://facebook.github.io/react-native/>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. С экрана.
6. NativeScript. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.nativescript.org>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. С экрана.
7. Flutter. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://flutter.dev/>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. С экрана.

#### **Насамбаев В.Р.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [vadim.kotlas.ru@yandex.ru](mailto:vadim.kotlas.ru@yandex.ru)

Научный руководитель: Гальцов И. А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии металлов и машиностроения

### **РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ТОНКОЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ**

Рассмотрены основные способы уменьшения сварочных деформаций путём искусственного теплоотвода из зоны сварки. В статье описаны наиболее распространённые устройства для охлаждения зоны сварки и уменьшения сварочных деформаций.

*Ключевые слова:* сварка, низкоуглеродистые стали, сварка с охлаждением, подкладки, ползуны, жидкосное и газовое охлаждение, охлаждение влаговпитывающими волокнистыми и пористыми материалами, теплопоглощающие пасты, кристаллические теплопоглотители, теплопоглотители на основе низкотемпературных сред.

Сварка является одним из основных технологических процессов в машиностроении. В процессе изготовления сварных тонколистовых конструкций важной проблемой является возникновение сварочных деформаций и напряжений, которые снижают эксплуатационные характеристики конструкций.

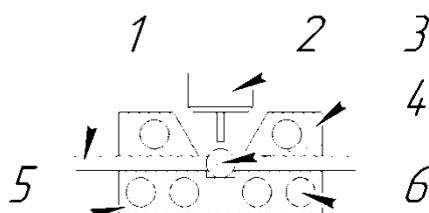
Тонколистовые сварные конструкции имеют меньшую жёсткость и поэтому склонны к деформациям. В них образуются практически все виды деформаций: продольное и поперечное укорочение, продольный и поперечный прогиб, выпучины, хлопуны, домики, потеря устойчивости и др.

Возникновение деформаций обусловлено интенсивным локальным нагревом и быстрым изменением температурного поля при проведении сварочных работ. Расширяющийся при нагревании металл испытывает воздействие со стороны холодного металла, кроме того, при сварке происходят разнообразные структурные превращения и изменение механических и теплофизических свойств металла. Совместное действие этих факторов приводит к возникновению напряжений и деформаций [1].

Одной из основных принципиальных возможностей уменьшения сварочных деформаций является регулирование термического воздействия за счет искусственного охлаждения [2]. Поэтому ресурсосберегающим направлением является теплоотвод в процессе сварки, где он может осуществляться от сварного шва, зоны термического влияния (ЗТВ) или сварного шва и ЗТВ одновременно.

Для использования этого метода наиболее подходящими являются низкоуглеродистые стали, не образующие закалочных структур, такие как ВСтЗсп, 09Г2 и т.д., медные и алюминиевые сплавы, аустенитные стали, склонные к росту зерна при перегреве.

Простейшими теплоотводящими устройствами являются медные подкладки (рис. 1), которые применяются для формирования корня шва при сварке с полным проплавлением (например, соединения С18 ГОСТ 8713-79) [3].



*Рис. 1.* Пример применения теплоотводящей подкладки:

- 1 – свариваемые детали; 2 – сварочная головка; 3 – прижимы; 4 – сварочный шов;
- 5 – подкладка; 6 – каналы для охлаждающей жидкости

С целью повышения эффективности теплоотвода на теплоотводящих подкладках выполняют охлаждающие каналы, а также используют прослойку легкоплавкого металла (например, олова).

Общая площадь непосредственного контакта из-за шероховатости поверхности подкладки и сварного соединения и наличия окисных пленок очень мала. В основном теплоотдача осуществляется через воздушный зазор, толщина которого зависит от степени обработки поверхности.

Это основная причина низкой эффективности применения теплоотводящих подкладок для снижения сварочных напряжений и деформаций.

Следующим видом теплоотводящих устройств являются ползуны. Они используются для формирования корня шва и теплоотвода, который осуществляется за счет теплоемкости материала ползуна. Ползуны применимы только для способов сварки с постоянной скоростью перемещения источника нагрева (автоматическая сварка). Их конструкция ограничивает номенклатуру выполняемых сварных соединений (невозможно выполнять соединения с нулевым зазором) и при этом сложно обеспечить достаточное усилие прижатия к охлаждаемой поверхности, что приводит к снижению эффективности охлаждения.

Другим видом сварки с охлаждением является сварка с применением теплоотводящих устройств, обдувающих охлаждаемую поверхность газами (рис. 2) или омывающих их водой (рис. 3). Их общее достоинство – плотный контакт теплоносителя с охлаждаемой поверхностью.

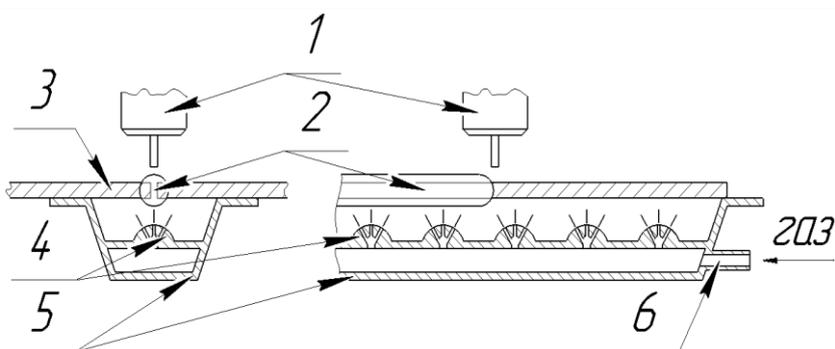


Рис. 2. Пример устройства, обдувающего изделие газом: 1 – сварочная головка; 2 – сварной шов; 3 – свариваемые детали; 4 – форсунка, 5 – корпус охладителя; 6 – питающая трубка

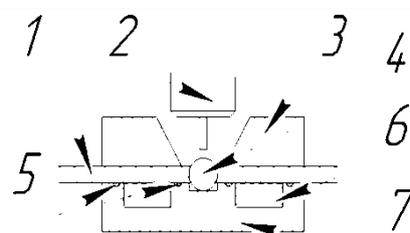


Рис. 3. Пример устройства омывающего изделие водой: 1 – свариваемые детали; 2 – сварочная головка; 3 – прижимы; 4 – сварочный шов; 5 – уплотнитель; 6 – охладитель (вода); 7 – корпус

Обдув поверхности газами имеет низкую эффективность, в отличие от вынужденной конвекции в воду. Охлаждение проточной водой наиболее эффективно, но нетехнологично т.к. сложно обеспечить герметизацию каналов с водой и удалить воздушную пленку, скапливающуюся под изделием при каждой установке свариваемых узлов сверху. Деформации свариваемых кромок при сварке могут привести к разгерметизации поло-

сти с водой, и в результате, вода может попасть в сварочную ванну, что недопустимо [4].

Одним из наиболее перспективных способов является теплоотвод с использованием пористых и волокнистых материалов, пропитанных водой (рис. 4). Техническая вода дешева и обладает наибольшей теплоемкостью и теплопроводностью из жидкостей. Пористые и волокнистые материалы обеспечивают хороший контакт охладителя с охлаждаемой поверхностью, кроме того при пропитке таких материалов водой их теплопроводность может превышать теплопроводность материала и воды одновременно [5].

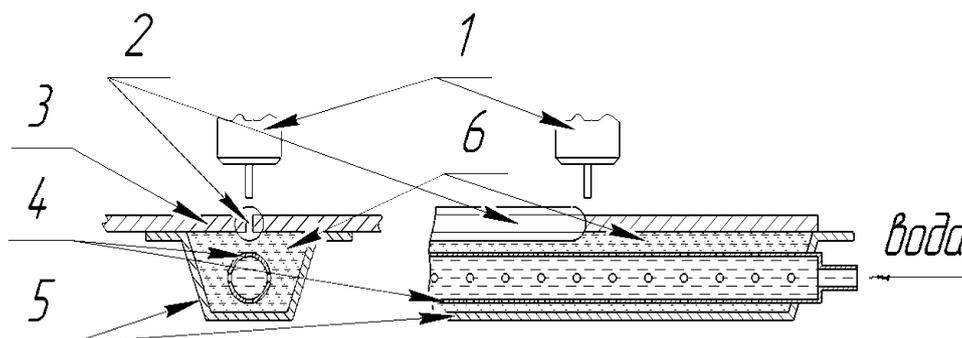


Рис. 4. Пример теплоотвода с применением влаговпитывающих материалов: 1 – сварочная головка; 2 – сварной шов; 3 – свариваемые детали; 4 – питающая трубка; 5 – корпус охладителя; 6 – пористый или волокнистый материал

Существуют способы охлаждения, основанные на использовании теплоты фазового перехода, связаны с использованием теплоотводящих паст (рис. 5) и кристаллических теплопоглотителей [6]. Теплоотводящие пасты представляют собой смесь воды или растворов солей с технологическими добавками, увеличивающими их вязкость и другие свойства. Поглощение теплоты связано с нагревом и испарением содержащейся в пастах воды. Пасты наносятся на поверхность свариваемого изделия и охлаждают его.

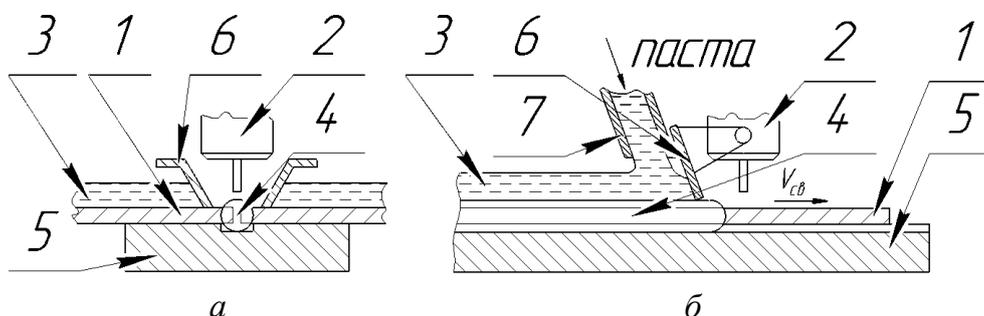


Рис. 5. Пример применения теплопоглощающей пасты при сварке: а – предварительное нанесение пасты; б – сопутствующая сварке подача пасты вслед за сварочной головкой; 1 – свариваемые детали; 2 – сварочная головка; 3 – теплопоглощающая паста; 4 – сварочный шов; 5 – подкладка; 6 – защитный экран (а – стационарный; б – подвижный); 7 – выходной патрубок устройства, подающего пасту

Кристаллические теплопоглотители представляют собой кристаллогидрады солей. Отвод теплоты происходит в результате плавления кристаллов с образованием воды, ее последующего нагрева и испарения. Преимущества теплоотводящих паст и кристаллических теплопоглотителей заключается в их простоте, высокой технологичности и универсальности. Недостатки – пасты и кристаллические теплопоглотители являются расходуемыми материалами, они могут отводить ограниченное количество тепла и поэтому применяются только для легкоплавких материалов (алюминиевые и магниевые сплавы) или металла малых толщин (до 3 мм).

В литературе описаны методы, с применением в качестве теплопоглотителей низкотемпературных сред. Например, некоторые авторы рекомендуют охлаждение сварного шва струей жидкого азота ( $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) или сухим льдом ( $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 6) [7].

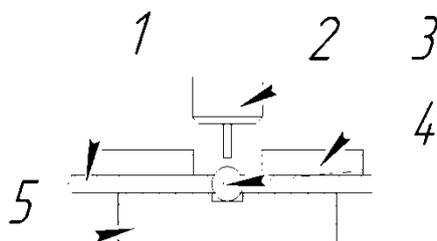


Рис. 6. Пример применения сухого льда: 1 – свариваемые детали; 2 – сварочная головка; 3 – сухой лёд; 4 – сварочный шов; 5 – подкладка

Подобные методы являются очень эффективными, но нетехнологичными из-за сложности использования низкотемпературных сред и очень дороги.

Рассмотренные способы сварки с теплоотводом имеют различную эффективность и могут применяться для изготовления различных сварных соединений. Некоторые из них являются универсальными, некоторые могут применяться только для определенных способов.

#### **Выводы:**

1. Сварка с теплоотводом является ресурсосберегающим методом снижения остаточных сварочных деформаций в тонколистовых конструкциях.

2. Для снижения остаточных деформаций в охлаждающих устройствах рекомендуются использовать теплопоглотители, обеспечивающие плотный контакт с изделием и использующие теплоту фазового перехода охлаждающего вещества. В связи с этим теплопоглотители должны содержать жидкую фазу или плавиться в процессе сварки.

3. Газы в качестве теплопоглотителей непригодны из-за малой теплоемкости и теплопроводности.

4. Наиболее технологичным является применение пористых материалов, пропитанных водой.

## Список литературы

1. Винокуров В.А., Григорьянц А.Г. Теория сварочных деформаций и напряжений. М.: Машиностроение. 1984. – 280 с.
2. Гедрович А.И., Жидков А.Б. Сварка тонколистовых металлоконструкций с принудительным охлаждением. – Луганск: Издательство Восточноукраинского государственного университета, 1999, 24 с.
3. Жданов И.М. и др. Эффективность применения теплоотводящих прижимов для уменьшения деформаций при аргонодуговой сварке сплава АМГб / Автоматическая сварка, 1984, № 12. – С. 43–45.
4. Исследование теплообмена при струйном охлаждении металла водой и водовоздушной смесью / Гончаров Н.В., Казанцев Е. И., Ткалич К. Н. и др. – Сталь, 1977, № 6, С. 564–566.
5. Применение ресурсосберегающей технологии сварки элементов обшивы дизель и электропоезда / А.И. Гедрович, И.А. Гальцов // Международная конференция «Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и комплексов», г. Могилев, 25 – 26 октября, 2001 г.: Материалы конференции – Могилев: МГТУ, 2001. – С. 171–172.
6. Лобанов Л.М., Касаткин Б.С., Павловский В.И. Применение теплоотводящих паст для регулирования термомодеформационных процессов при сварке. – В кн.: Информационные материалы Координационного центра стран – членов СЭВ по сварке. Киев: ИЭС, 1980, выпуск 2/18, С. 10–17.
7. Лобанов Л.М., Павловский В.И., Логинов В.П., Пашин Н.А. Регулирование термомодеформационных циклов при сварке листовых конструкций с применением теплопоглощителей / Автоматическая сварка, 1990, № 9, с. 30-32.

### **Нечаева П.В.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
p.ne4aewa@yandex.ru

Научный руководитель: Ипатова Ю.Л., канд. полит. наук, доцент кафедры  
прикладной информатики и информационной безопасности

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ (ПРОГРАММНАЯ) ПОДДЕРЖКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривается информационная (программная) поддержка деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья. Выделены основные направления, посвященные изучению социализации детей с ограниченными возможностями здоровья, развитию роли информационных технологий в деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья.

**Ключевые слова:** информационная технология, информационные системы, дети с ограниченными возможностями здоровья.

**Summary.** The article considers informational (software) support for the activities of children with disabilities. The main directions dedicated to the study of the socialization of

children with disabilities, the development of the role of information technology in the activities of children with disabilities are highlighted.

**Key words:** information technology, information systems, children with limited health capabilities.

В современном обществе значительно увеличился интерес к проблеме поддержки деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья. Также значительным образом произошло осознание роли информационных технологий в социальном развитии, поэтому проблема формирования информационной среды детей с ограниченными возможностями здоровья приобрела особое значение.

Под термином «ограниченные возможности здоровья» подразумеваются отклонения в психофизическом развитии. Дети с ограниченными возможностями здоровья – это дети, имеющие физические или психологические нарушения в развитии, к которым относятся:

- психические отклонения и задержки в развитии;
- поведенческие и коммуникативные расстройства;
- дефекты речи;
- нарушение слуха и зрения;
- нарушения опорно-двигательного аппарата.

В последнее время необходимой традицией стало введение в образовательный процесс детей с ограниченными возможностями здоровья наглядных методов обучения, применение которых способствует осуществлению дидактического принципа наглядности в обучении, развитию у детей с нарушениями функций здоровья наблюдательности, наглядно-образного мышления, зрительной памяти и внимания.

Организация образовательной деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья на основе использования информационных технологий плотно взаимодействует с рядом принципов компьютерного обучения. В первую очередь, стоит выделить принцип активизации самостоятельной познавательной деятельности. Базой осуществления данного принципа является применение инновационных методов обучения. Инновационные методы обучения предполагают формирование открытой системы обучения, согласно которой обучающемуся с особыми образовательными способностями предоставляется выбор программы и технологии обучения. Следующим стоит отметить принцип интерактивности системы компьютерного обучения. Вышеуказанный принцип способствует созданию комфортных условий для социальной адаптации детей с ограниченными возможностями здоровья ввиду применения современных информационных и дистанционных технологий. Также стоит осветить принцип мультимедийности компьютерных систем обучения. Мультимедийные

технологии позволяют сделать программный продукт информационно насыщенным и удобным для восприятия.

Выявлено, что применение обучающих компьютерных программ, компьютерных игр и аудиоматериала для детей с нарушениями функций здоровья способствует благоприятному развитию умений и навыков, формированию моторной и зрительной координации, ввиду одновременного воздействия на различные каналы восприятия информации.

В целях создания необходимых условий для образовательной деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья международными корпорациями Microsoft и Samsung была реализована программа «Образование для всех». Ввиду использования современных технических средств данная программа предоставляет дополнительные возможности получения дистанционного образования, обеспечивая комплексное сопровождение образовательного и воспитательного процессов.

Инициатором вышеуказанной программы является Благотворительный фонд помощи детям «Детские домики» [1], а генеральным партнером является компания Samsung Electronics. Финансовую и техническую поддержку обеспечивает генеральный партнер проекта, предоставляя участникам необходимые материалы и средства обучения, а фонд «Детские Домики» обеспечивает всестороннее сопровождение участников программы с нарушениями функций здоровья. Корпорация Microsoft представила себя в качестве технического партнера, предоставив все необходимое для реализации проекта программное обеспечение. На сегодняшний день это крупнейшее пожертвование программного обеспечения, осуществленное корпорацией Microsoft в нашей стране, в рамках программы технологической поддержки некоммерческих компаний.

В области осуществления программной поддержки деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья также работает российская компания «Мобильное Электронное Образование (МЭО)» [2]. Данная компания является интегратором цифровых образовательных ресурсов, кроме того, считается создателем, а также дистрибьютором информационной образовательной сферы МЭО для общих образовательных учреждений Российской Федерации.

В настоящее время компания занимается реализацией 22 проектов, среди которых проект «МЭО. Детям с ограниченными возможностями здоровья». Обучение детей с ограниченными возможностями здоровья является одним из наиболее значимых проектов МЭО. В рамках данного проекта специалистами МЭО создан адаптированный для детей с нарушениями функций здоровья онлайн-ресурс, предполагающий параллельное обучение детей с ограниченными возможностями здоровья по различным образовательным программам. Цифровая система МЭО позволяет облегчить процесс усвоения материала ввиду применения большого количества

разнообразных интерактивных заданий и современных технических средств, а также индивидуализировать процесс обучения.

В целях создания оптимальных условий для лиц с ограниченными возможностями здоровья согласно образовательным программам дополнительного, общего и профессионального образования в Смоленской области разработан инновационный проект «Создание в Смоленской области инновационной образовательной площадки для обеспечения непрерывного образования, социализации и трудоустройства лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий». Концепция проекта определяет единые подходы к формированию и внедрению системы электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в деятельность образовательных учреждений Смоленской области по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Главным инструментом осуществления проекта является формирование информационной образовательной среды проекта, строящейся по принципам распределенной сети. Интернет-сайт – это компонент информационно-образовательной среды, обеспечивающий единую точку доступа к информационным и образовательным ресурсам, внедрение электронных ресурсов образовательных организаций, а также отображающий информационное представительство иных компаний, заинтересованных в продвижении проекта на территории Смоленска и области. В настоящее время на базе информационных ресурсов данного проекта ведется непрерывная работа.

В рамках федеральной программы «Организация дистанционного образования детей-инвалидов» в 2009 году была введена дистанционная форма обучения детей с ограниченными возможностями здоровья. Дистанционное обучение детей с нарушениями функций здоровья необходимо, в первую очередь, для получения полноценного общего и среднего образования. В процессе реализации дистанционных программ общего и среднего образования для детей с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается своевременное использование получаемых ими знаний и навыков в целях поддержания всестороннего развития личностных качеств каждого отдельного ребенка и повышения эффективности обучения.

Так, в Архангельской области с 2009 года согласно государственной программе «Развитие образования и науки Архангельской области (2013 – 2018 годы)», реализуется мероприятие «Развитие дистанционного образования детей-инвалидов», основной целью которого является создание доступной образовательной среды для получения качественного образования нуждающихся в обучении на дому детей с ограниченными возможностями здоровья, с использованием дистанционных образовательных технологий [3].

Суть проекта заключается в формировании в Архангельской области необходимой инфраструктуры с целью предоставления дистанционного образования для детей с ограниченными возможностями здоровья, условий для поддержки системной интеграции внедрения и активного использования информационных технологий, а также с целью осуществления доступности освоения основных общеобразовательных программ и программ дополнительного образования. Процесс дистанционного обучения детей с ограниченными возможностями здоровья основывается на умственных и физических способностях ребенка с учетом особенностей заболеваний и психофизического развития, специфичных в каждом отдельном случае.

В настоящее время проект расширяет свои границы. В государственных и муниципальных образовательных организациях Архангельской области реализуются адаптированные основные общеобразовательные программы для разных категорий детей с ограниченными возможностями здоровья, в общеобразовательных организациях проводятся работы по созданию необходимых условий для обучения детей-инвалидов. Кроме того, для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в регионе функционируют специальные (коррекционные) общеобразовательные школы.

Таким образом, применение информационной поддержки деятельности детей с ограниченными возможностями здоровья очень важно для общества. Благодаря развивающимся технологиям информационная поддержка позволит облегчить деятельность детей с ограниченными возможностями здоровья, а также усовершенствовать процесс формирования и развития у детей с нарушениями функций здоровья языковых и речевых средств, коммуникативных навыков и психофизических функций.

### **Список литературы**

1. Детские домики [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / Благотворительный фонд помощи детям. – Электрон. дан. – [Москва]. – Режим доступа: <https://blago.ru/companies/view/26>.
2. МЭО [Электронный ресурс] : [официальный сайт] / Мобильное электронное образование. – Электрон. дан. – [Москва, 2014-2020]. – Режим доступа : <https://mob-edu.ru>.
3. Институт открытого образования [Электронный ресурс] : [официальный сайт] / Образование Архангельской области. – Электрон. дан. – [Архангельск, 2009-2020]. – Режим доступа : [http://www.arkh-edu.ru/national\\_projects/children/detail.php?ID=127017](http://www.arkh-edu.ru/national_projects/children/detail.php?ID=127017).

**Никонов П.М.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, zima.paxa78@mail.ru

Научный руководитель: Яковлев В.Н., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры геодезии и земельного кадастра

## ПОДГОТОВКА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АРХАНГЕЛЬСКОГО ЦБК

Географические информационные системы (ГИС) могут быть использованы для управления и учета основных средств промышленного предприятия (зданий, сооружений, электрических сетей и др.). Особенно это эффективно для предприятий, занимающих большую площадь, имеющих в своем составе много зданий и сооружений, подъездные автомобильные и железнодорожные пути. АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат» является одним из крупнейших лесохимических предприятий России. Комбинат основан в 1940 году, производит картон, целлюлозу, бумагу, тетради [1].

Первым этапом создания геоинформационной системы предприятия является подготовка картографической основы. Основой для создания ГИС Архангельского ЦБК послужили спутниковые снимки картографических сервисов Bing Карты и Яндекс.Карты [3, 4].

В работе использовались системы MapInfo Professional 12.0 и QGIS 3.10.

Карты Bing могут быть открыты как слой в окне карты MapInfo (рис. 1).

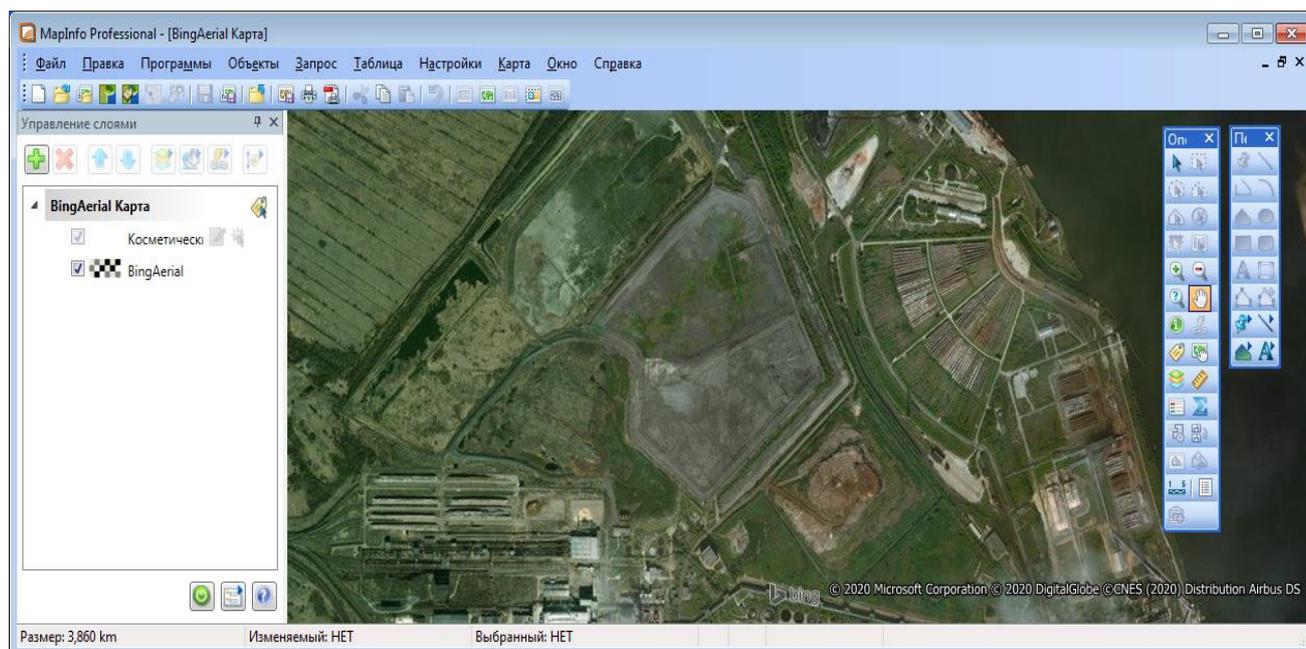


Рис. 1. Фрагмент снимка территории ЦБК, открытый в MapInfo Professional

Яндекс.Карты и другие картографические сервисы можно подключить к MapInfo и открыть в окне карты с помощью модуля Data Visual Connector (DVC). Модуль DVC предназначен для отображения картографической информации из различных источников через службу Web Map Service (WMS) [5]. Картографические сервисы геоданных можно использовать в качестве растровой подложки так же, как и зарегистрированное растровое изображение.

В MapInfo для подключения картографического сервиса выполняем команду Файл → Открыть Web-службу → Открыть WMS. Откроется окно «Открыть таблицу WMS», где и выполняется подключение.

Для скачивания и одновременной регистрации растрового изображения, охватывающего нужную территорию, в MapInfo использовалась также программа SAS.Planet (рис. 2) [6].

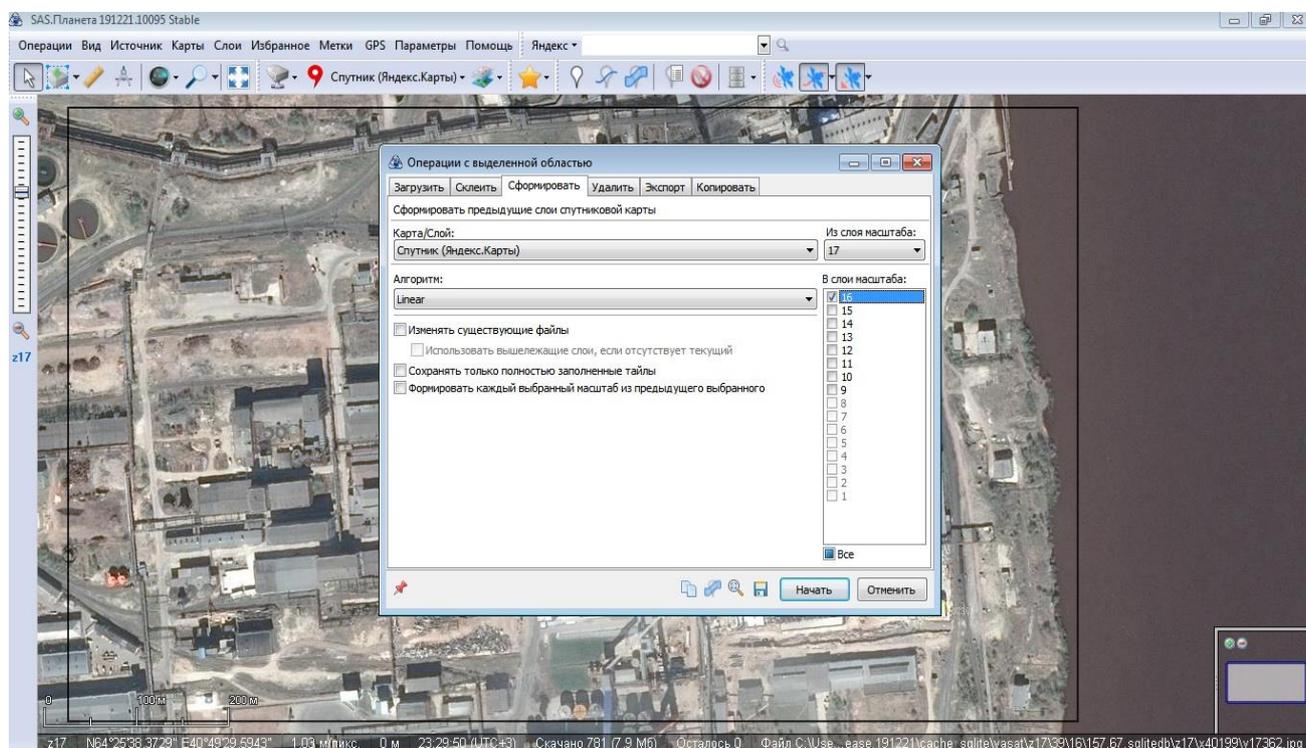


Рис. 2. Формирование привязанного растрового изображения в SAS Planet

Для пространственной привязки и трансформации растрового изображения в систему координат WGS-84 использовалась система QGIS 3.10. Применение системы QGIS 3.10 обусловлено тем, что в MapInfo Professional 12.0 нельзя трансформировать растровое изображение в другую проекцию.

Трансформированное и привязанное растровое изображение фрагмента чертежа вместе со спутниковым снимком, открытое в окне карты MapInfo Professional, показано на рис. 3.

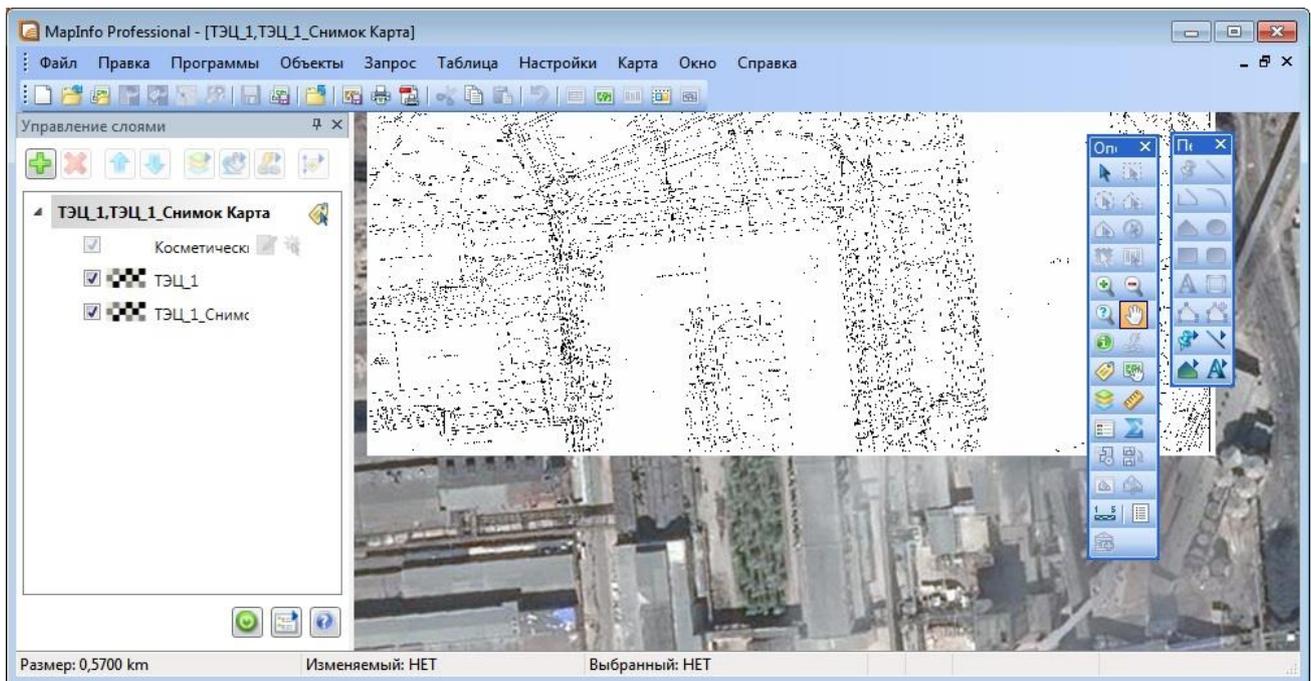


Рис. 3. Архангельский ЦБК на публичной кадастровой карте

Для получения информации по земельному участку и уточнения границ земельных участков использовалась публичная кадастровая карта (рис. 4) [7].

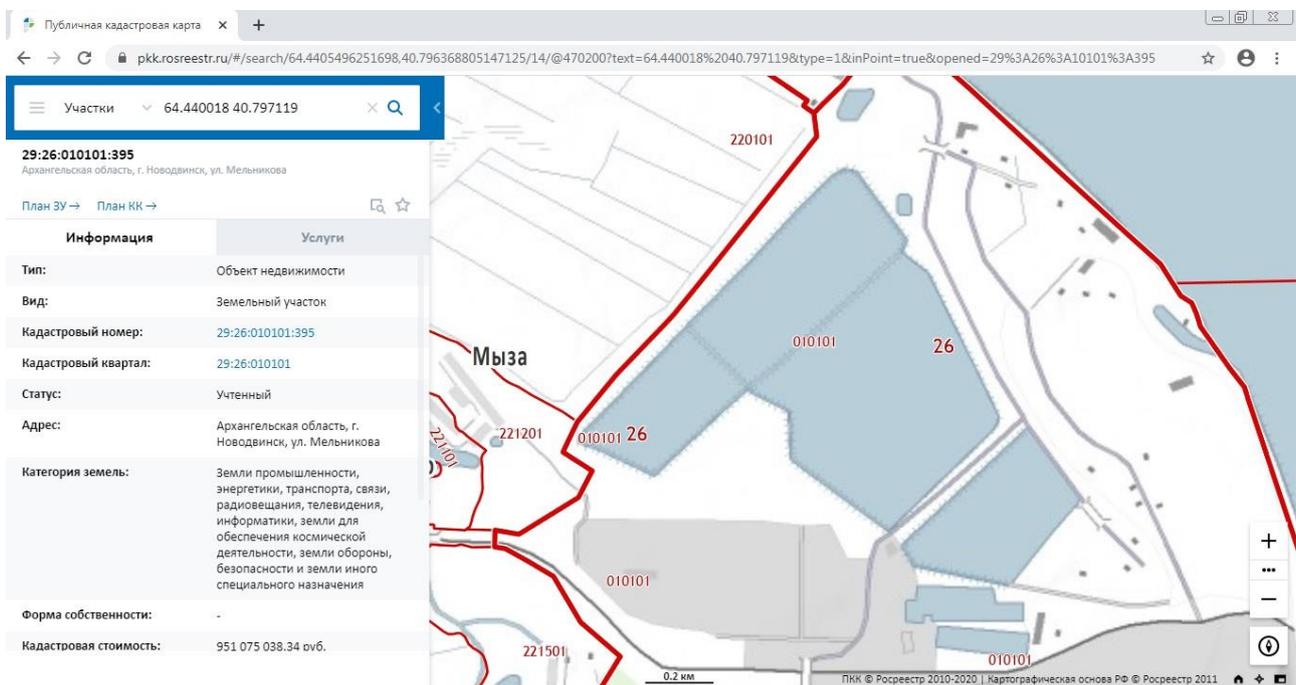


Рис. 4. Архангельский ЦБК на публичной кадастровой карте

Публичную кадастровую карту можно также открыть как WMS-сервер в MapInfo.

На основе векторизации снимков были созданы векторные слои карты: Здания и сооружения, Автомобильные дороги, Железные дороги, Рас-

тельность и другие. Разработана структура таблиц для размещения информации об объектах, сформирована система запросов для получения информации.

В MapInfo использовался инструмент Геолинк. С его помощью можно к зданиям на карте привязать их поэтажные планы, перечень и описание находящегося в них технологического оборудования или какую-то другую информацию.

### Список литературы

1. АЦБК [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – URL: <https://www.aprm.ru/> (дата обращения : 20.03.2020).
3. карты Bing [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bing.com/maps> (дата обращения : 20.03.2020).
4. Яндекс.Карты [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/maps/> (дата обращения : 20.03.2020).
5. Подключаем картографические WEB-сервисы [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – URL: <http://mapinfo.ru/product/DVC> (дата обращения: 29.02.2020).
6. Веб-картография и навигация [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – URL: <http://www.sasgis.org/> (дата обращения : 20.03.2020).
7. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru/> (дата обращения : 20.03.2020).

**Никулин С.В., Бахтин А.А.**

студенты Высшей школы естественных наук и технологий, [s.nikuln@narfu.ru](mailto:s.nikuln@narfu.ru)

Научный руководитель: Герасимова Л.В. канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой химии и химической экологии

### **РОСТ СОСНЫ НА ВЕРХОВЫХ БОЛОТАХ ПОСЛЕ ОСУШЕНИЯ В ЛЕСАХ ЛЕСОПАРКОВОЙ ЧАСТИ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН**

Гидромелиоративные работы в лесах зеленой зоны г. Архангельска, с целью коренного улучшения состояния лесных насаждений, были проведены в начале 70-х годов прошлого столетия. Абсолютное большинство осушаемых площадей представлено верховым типом заболачивания. Преобладающие почвы – торфяные, верховые на маломощном и среднемощном торфе, имеющем высокую полевую влажность, очень слабую степень разложения, сильноокислую реакцию по всему профилю и зольность 3–5 %.

Мелиорация проведена сетью открытых каналов с расстоянием между осушителями 100–150 м. В качестве водоприемника использована река

Илес, впадающая в Северную Двину. Общая протяженность осушительной сети – 111 км. Поперечное сечение каналов трапецеидальное.

На объекте осушения в 1991 году сделана реконструкция силами сотрудников Архангельской лесной машинно-мелиоративной станции. Эти работы проводились для обеспечения достаточной степени осушения, так как за прошедший период произошла осадка торфа, размыв и зарастание русла каналов, разрушение откосов.

Спустя 49 лет после проведения осушительной мелиорации и 29 лет после реконструкции осушительной системы открытый ландшафт сменился на полуоткрытый, а тот в свою очередь постепенно меняется на закрытый ландшафт с формированием чистых по составу сосновых насаждений кустарничково-сфагнового осушаемого типа леса.

В настоящее время древостои находятся в стадии формирования, так как самосев и подрост, появившийся после мелиорации, и подрост, имевшийся на момент проведения осушения, продолжают «входить» в основной полог леса, постепенно занимая «окна». Обследование состояния осушительной сети показало, что откосы, кавальеры и бермы сильно заросли древесной и травянистой растительностью. В некоторых местах наблюдаются обвалы.

Для анализа роста деревьев сосны в квартале 22 Исакогорского участкового лесничества была заложена трехсекционная пробная площадь между осушителем № 134 и осушителем № 144, которые соединяются с собирателем №8. Расстояние от первой секции пробной площади до осушителя № 144 – 7 м, от третьей секции до осушителя № 134 – 6 м, а от собирателя № 8 все секции удалены на 130 м.

Рельеф территории равнинный, со слабым уклоном в сторону Северной Двины.

Каждая секция имеет размеры 30 на 30 м (0,09 га). На секциях произведен перебор деревьев с измерением высот у 15–20 деревьев для построения графика высот и последующей обработки и получения таксационной характеристики древостоев (табл. 1).

Таблица 1

Таксационные характеристики древостоев на секциях

Но- мер сек- ции	Со- став	Порода	Средние			Текущий класс бонитета	Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> /га	Относи- тельная полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			Воз- раст, лет	Вы- сота, м	Диа- метр, см				
1	10С	Сосна	52	8,7	7,9	IV	10,1	0,44	70,0
2	10С	Сосна	49	8,2	7,2	V	13,4	0,55	68,9
3	10С	Сосна	48	8,1	6,9	IV	10,0	0,44	61,0

Анализ влияния осушения на рост деревьев сосны проведен на 6 срубленных модельных деревьях (по 2 дерева на каждой секции).

У каждой модели произведены следующие измерения: длины ствола, м; длины живой кроны, м; текущий (годовой) прирост по высоте от вершины за «n» количество лет после осушения и хотя бы за одно пятилетие до осушения и у каждого дерева выпилены «кружки» на 0 м, 1,3 м, и на  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  длины ствола.

После проведения осушительной мелиорации изменились условия произрастания деревьев в древостое, что привело к улучшению роста в высоту.

Годичный прирост наиболее чувствительный к осушению и является важным фактором продуктивности древостоев. Чем меньше возраст древостоя к началу осушения, тем лучше деревья реагирует на осушение и величина прироста больше. Увеличение прироста деревьев по высоте имеет большое практическое значение, так как по высоте и возрасту устанавливают класс бонитета, то есть показатель, характеризующий условия произрастания и продуктивность древостоев.

Положительная реакция роста на осушение наступает в разное время. На это влияют: климат, потенциальное плодородие торфяных почв, возраст осушаемых деревьев, расположение относительно осушительной сети и др.

Прирост зависит также от размеров деревьев до осушения: чем ниже и тоньше было дерево в момент проведения осушительной мелиорации, тем активнее оно реагирует на осушение и наоборот.

На рис. 1 приведены среднепериодические значения приростов по пятилетним периодам, так как это более наглядно показывает особенности роста в высоту взятых для анализа моделей. До осушения все деревья имели незначительный прирост, но уже через 2–3 года после осушения отмечен общий скачок прироста в высоту у всех модельных деревьев.

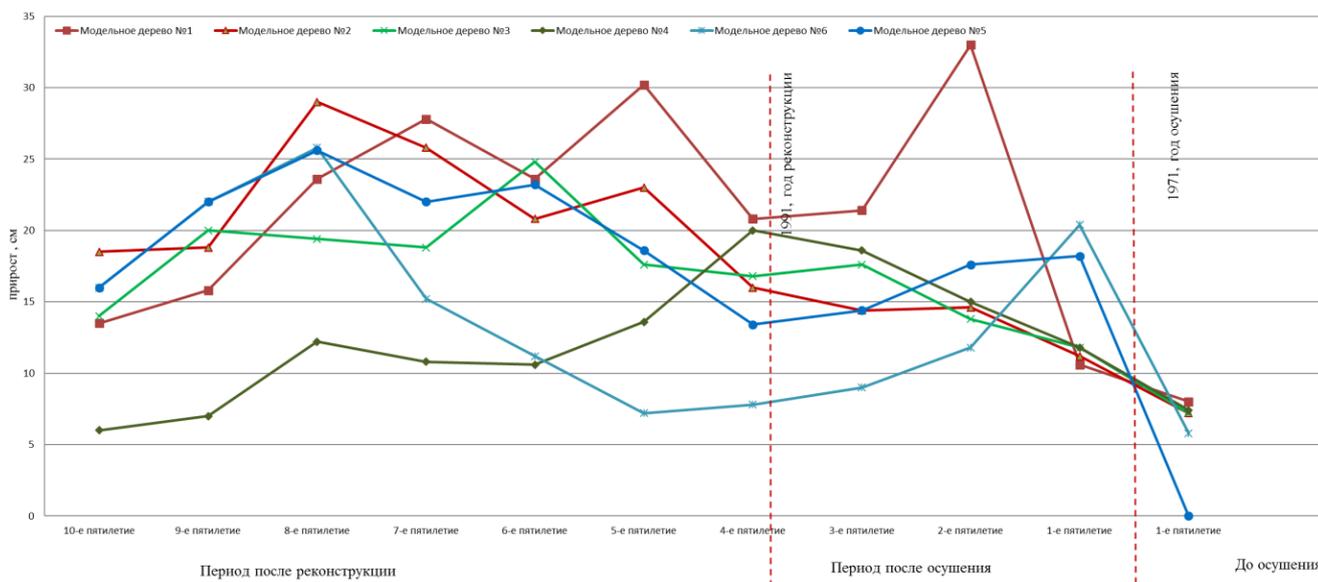


Рис. 1. Среднепериодический прирост деревьев в высоту

На прирост деревьев на осушаемом участке влияет возраст, его размеры и удаленность от каналов.

Прослеживается четкая закономерность увеличения прироста в первые десять лет после осушения.

Модели № 1 и № 2 растут в секции № 1, то есть около низового осушителя. На момент проведения мелиоративных работ возраст модельного дерева № 1 составлял 30 лет. Оно лучше всех отреагировало на осушение и у него наблюдается высокий прирост на протяжении всех лет. Возраст модельного дерева № 2 – 71 год и практически на протяжении всех пятилетий прирост у него увеличивается.

У моделей № 1, № 2, № 5 и № 6 заметно увеличение прироста после проведения реконструкции в 1991 году. Снижение прироста у модели № 4 можно объяснить долгой адаптацией вследствие осушения, с возможными сопутствующими отрицательными факторами (например, механическими, энтомологическими или фитопатологическими).

Модели № 3 и № 4 произрастают в центральной части межканального пространства, где влияние мелиорации значительно меньше из-за расположения линии кривой депрессии, то есть уровня стояния грунтовых вод. На рисунке видно, что в первые 5–10 лет после проведения осушения и последующей реконструкции прирост модели № 3 увеличивается, а затем уменьшается. По изменению прироста модели № 4 можно сделать вывод, что, чем больше времени прошло после осушения, тем больше снижается у нее прирост в высоту.

В четвертом пятилетии наблюдается незначительное уменьшение прироста у всех деревьев. Возможно на это повлияли неблагоприятные климатические условия в данный период, а также период адаптации деревьев на проведенную реконструкцию. После чего опять наблюдается закономерное увеличение прироста в высоту в течение трех пятилетий, особенно у деревьев на приканальных секциях 1 и 3. Но уже через 20 лет происходит снова уменьшение прироста практически у всех модельных деревьев. Иначе говоря, напрашивается вывод о необходимости повторения проведения реконструкции осушительной сети.

На прирост по радиусу, также как и по высоте, закономерное влияние имеет возраст.

На рис. 2 изображены графики прироста по радиусу тех же шести модельных деревьев.

Прирост по радиусу определяли с помощью выпиленных «кружков». Так как на пробной площади древостой еще формируется, то для более точного анализа прироста по радиусу использовали «кружки» выпиленные у основания деревьев, то есть на 0 м.

Полученные значения годовых приростов были сгруппированы по пятилетним периодам и на рис. 2 показаны значения среднепериодических

приростов, что позволяет более наглядно представить особенности роста деревьев по радиусу.

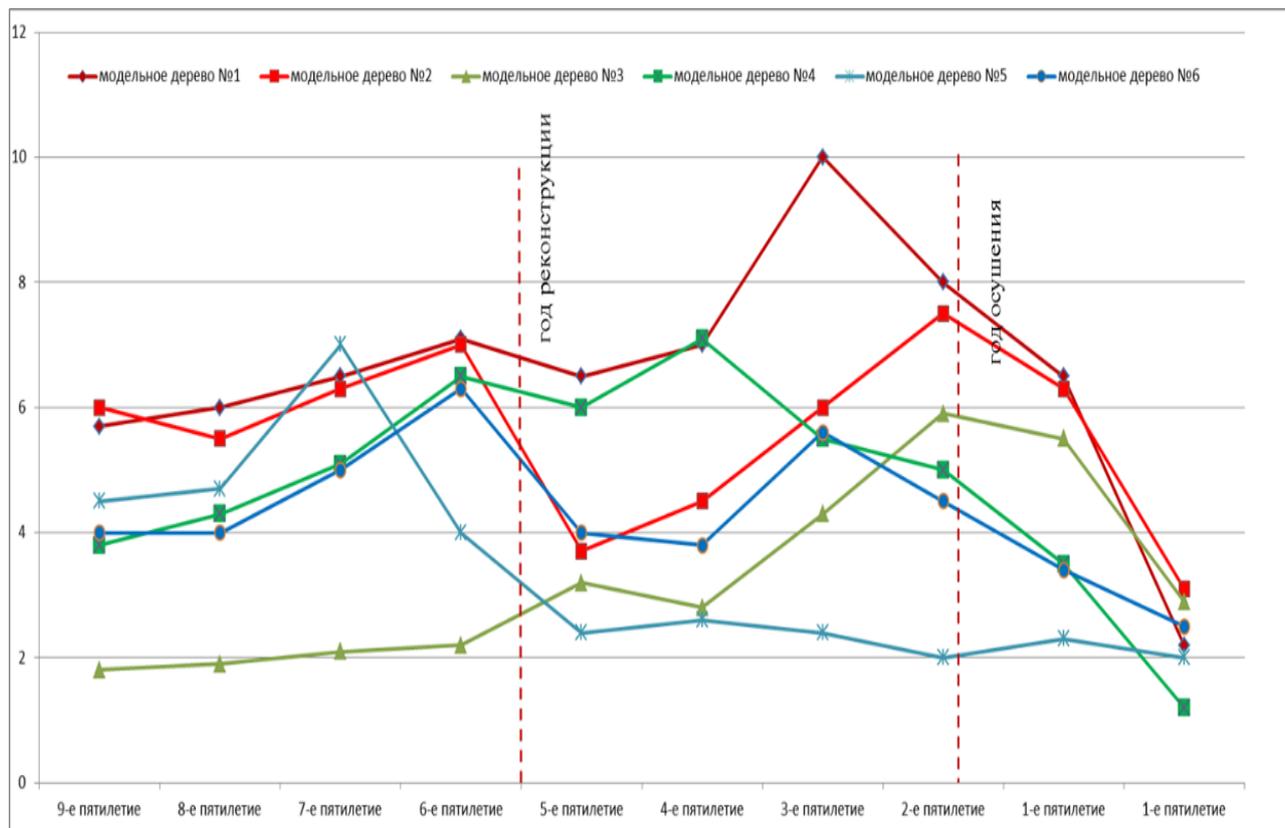


Рис. 2. Среднепериодический прирост по радиусу

Анализ данных рис. 2 свидетельствует о том, что после проведения мелиорации уже в первое пятилетие заметна положительная реакция на прирост деревьев по радиусу. Особенно это заметно у модели № 1, у которой уже в первое пятилетие после осушения прирост увеличился в 3 раза.

К пятому пятилетию прирост начинает снижаться, но проведенная реконструкция осушительной системы в 1991 году снова привела к увеличению прироста почти у всех модельных деревьев. При этом наиболее высокий прирост оказался у моделей № 2, № 5 и № 6, т.е. у моделей, взятых ближе по расположению к осушителям.

Прирост у модели № 3 с третьего пятилетия после осушения снижается и лишь немного реагирует на осушение. Такая же реакция на осушение наблюдается у модели № 4. с максимальным значением прироста в третьем пятилетии. А это деревья, произрастающие в середине межканального пространства.

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. В результате проведения гидролесомелиорации со временем формируется кустарничково-сфагновый осушенный сосняк с относительной полнотой в межканальном пространстве 0,4–0,5.

2. Под влиянием осушительной мелиорации изменился текущий класс бонитета, который в среднем составил – IV, а до осушения он был V<sup>a</sup>, то есть эффективность лесосушения очевидна.

3. Увеличение прироста деревьев по диаметру после осушения заметно увеличивается в течении 15 лет. В дальнейшем прирост постепенно снижается.

4. Осушительная мелиорация привела к замене открытых лесных ландшафтов на полуоткрытые и при этом наблюдается четкая тенденция к формированию закрытых пространств.

### Список литературы

1. Ананьев В.А. Ход роста и возраст рубки сосновых насаждений после осушения // Эколого-биологическое обоснование гидроресомелиорации и реконструкции осушительных систем, Петрозаводск, 1996, С. 27–28.

2. Бабинов, Б.В. Осушение лесных земель в Ленинградской области // Гидротехническая мелиорация земель лесного фонда: результаты и проблемы. Санкт-Петербург; Черняховск, 2005. С. 28–38.

3. Вомперский С.Э., Сабо Е.Д., Формин А.С. Лесоосушительная мелиорация. М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 296 с.

4. Константинов В.К., Великанов Г.Б., Добрынин Ю.А. Реконструкция и эксплуатация осушительных систем: СПбНИИЛХ, 1995. 112 с.

#### **Овчинников М.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, ovchinnikov.hl@gmail.com

Научный руководитель: Заручевская Г.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

### **АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДЕЛЬТЕ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

В современном мире происходит накопление больших массивов различных данных. Большие данные представляют собой структурированную и не структурированную информацию. Современные языки программирования позволяют распределено анализировать и обрабатывать большие массивы данных. Вкупе с современным математическим аппаратом они представляют мощный инструмент в том числе для задач долговременного и кратковременного прогнозирования на основе имеющихся данных, структурированных по времени.

Одной из таких задач является прогнозирование уровня воды в реках.

Наиболее активно научные исследования по прогнозированию уровня воды проводятся для водных бассейнов Чехии, Хорватии, Индонезии и Таиланда из-за особых климатических и геологических условий.

В условиях Севера и Крайнего Севера данная задача также является актуальной.

В конце апреля 2010 г. уровень воды на Соломбальском водомерном посту составил 3210 мм при критической отметке в 3000 мм. Из-за разлива реки общая площадь подтопления составила 24 5 тыс. м<sup>2</sup>, на которой расположено 281 здание с населением 4041 чел., в т. ч. 18,2 % – детей.

В 2018 году на региональной автодороге Гамиловская–Поречье наводнением поврежден мост через реку Вага (приток р. Северная Двина) в результате значительного подъёма уровня воды что привело закрытию движения пешеходов и транспортных средств по мосту.

Актуальность работы состоит в прогнозировании уровня воды с целью информирования местных властей об уровне опасности, вызванной повышением уровня воды, для предприятия необходимых мер для минимизации последствий затопления [1].

На территории, подведомственной Архангельскому ЦГМС (Архангельская область, НАО, ЯНАО, Таймыр), действуют 180 постоянных гидрологических постов и 63 временных, в том числе водомерный Соломбальский пост г. Архангельска. В исследовании были использованы данные Соломбальского поста г. Архангельска.

Метод прогнозирования временных рядов представляет собой некоторую последовательность логических действий, требуемых для получения адекватной модели прогнозирования. Методы прогнозирования временных рядов разделяют на 2 группы: интуитивные и формализованные.

Формализованные методы определяют скрытую математическую зависимость, которая используется для вычисления будущих значений рассматриваемых процессов для построения прогноза.

Модели временных рядов в свою очередь делятся на статические и структурные модели. Статическими моделями являются регрессионные, авто регрессионные модели. Структурными моделями являются модели нейронных сетей, цепи Маркова и др. [2].

В работе малазийских исследователей рассмотрен алгоритм анализа уровня воды в реке Dungun river расположенной в округе Dungun, Малайзия [3].

В данной работе количество наблюдений составляет 120 единиц данных, которые охватывающие период с 2001 по 2010 год. Исходные данные преобразовывались в нормализованные. Отсутствующие значения заменялись средними. Для этого находится среднее значение за каждый

месяц в течении 10 лет. Для прогнозирования были выбраны интегрированная авто регрессионные модели ARIMA и модель с сезонной составляющей SARIMA, а также рекуррентных нейронная сеть типа NARX. После чего была сравнена среднеквадратическая ошибка прогнозирования. Данный алгоритм был использован для разработки приложения, позволяющего выполнить прогнозирование уровня воды.

Для прогнозирования уровня воды в дельте реки Северная Двина был получен набор данных об среднемесячных уровнях воды с 1963 по 2013 год.

Набор данных преобразован и имеет 2 столбца:

- Номер месяца;
- Уровень воды;

Пустые значения были заменены среднегодовым значением за месяц по остальным годам. Набор данных составляет 621 строку. На рис. 1 изображена структура набора данных.

	Month	level
0	1-1-1962	106
1	2-1-1962	90
2	3-1-1962	83
3	4-1-1962	129
4	5-1-1962	173

Рис.1. Набор данных

Для обработки данных был использован язык программирования Python.

Для подбора гиперпараметров ARIMA и SARIMA использована библиотека `mgarm` примененная на набор данных [4]. Набор данных разделен на тренировочный, валидационный и тестовый. Тренировочный набор данных предназначен для поиска гиперпараметров моделей, валидационный и тестовый для оценки точности полученных моделей. Тренировочная выборка составила 70 % от всего набора, валидационная и тестовая 15 % [5].

Оценка моделей производилась по среднеквадратической ошибке. В результате были получены следующие модели:

- ARIMA (2, 0, 2);
- SARIMA (2, 0, 2) (1, 0, 2, 12).

Также произведено обучение рекуррентной нейронной сети с краткосрочной-долгосрочной памятью типа LSTM.

В табл. 1 представлена оценка моделей.

Таблица 1

Оценка моделей

Модель	Среднеквадратическая ошибка
ARIMA (2, 0, 2)	18.5
SARIMA (2, 0, 2) (1, 0, 2, 12)	13.1
LSTM	22.6

График оригинальных и спрогнозированных значений модели SARIMA (2, 0, 2) (1, 0, 2, 12) представлен на рис. 2.

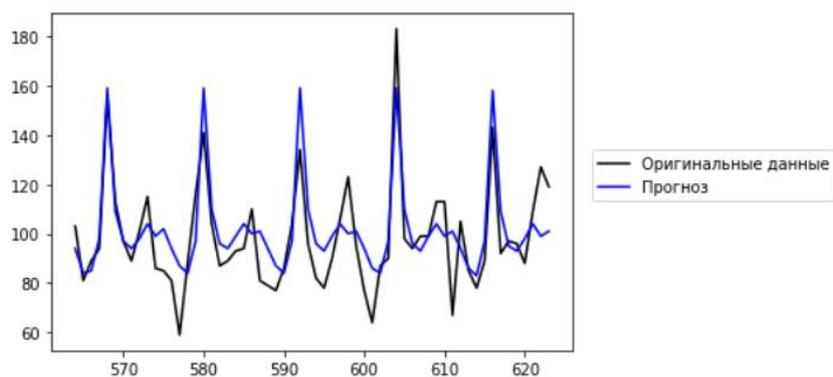


Рис. 2. График оригинальных и спрогнозированных значений модели SARIMA

График оригинальных и спрогнозированных значений модели ARIMA (2, 0, 2) представлен на рис. 3.

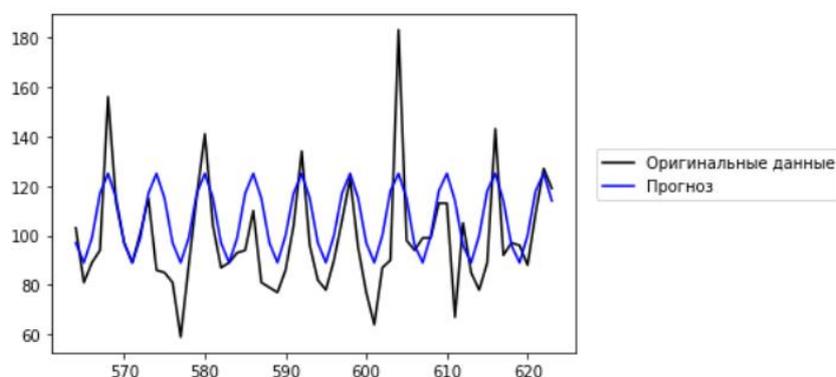


Рис. 3. График оригинальных и спрогнозированных значений модели ARIMA

График оригинальных и спрогнозированных значений модели LSTM представлен на рис. 4.

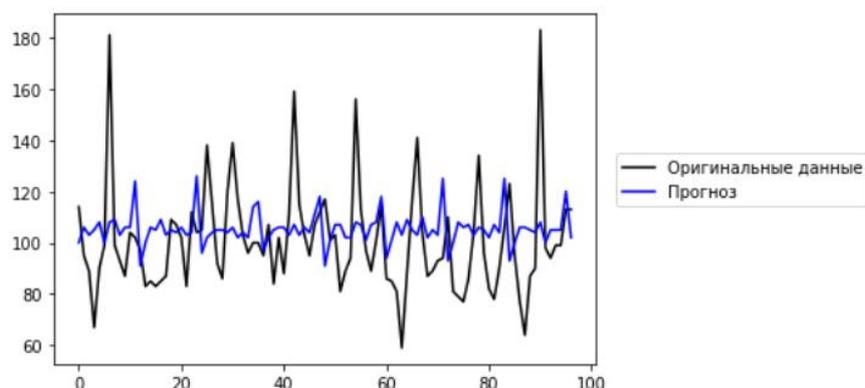


Рис. 4. График оригинальных и спрогнозированных значений модели LSTM

Для использования данных моделей разработано приложение на языке программирования Python с использованием библиотеки PyQt5.

Приложение позволяет строить прогноз на выбранное количество месяцев. Интерфейс приложения представлен на рис. 5.

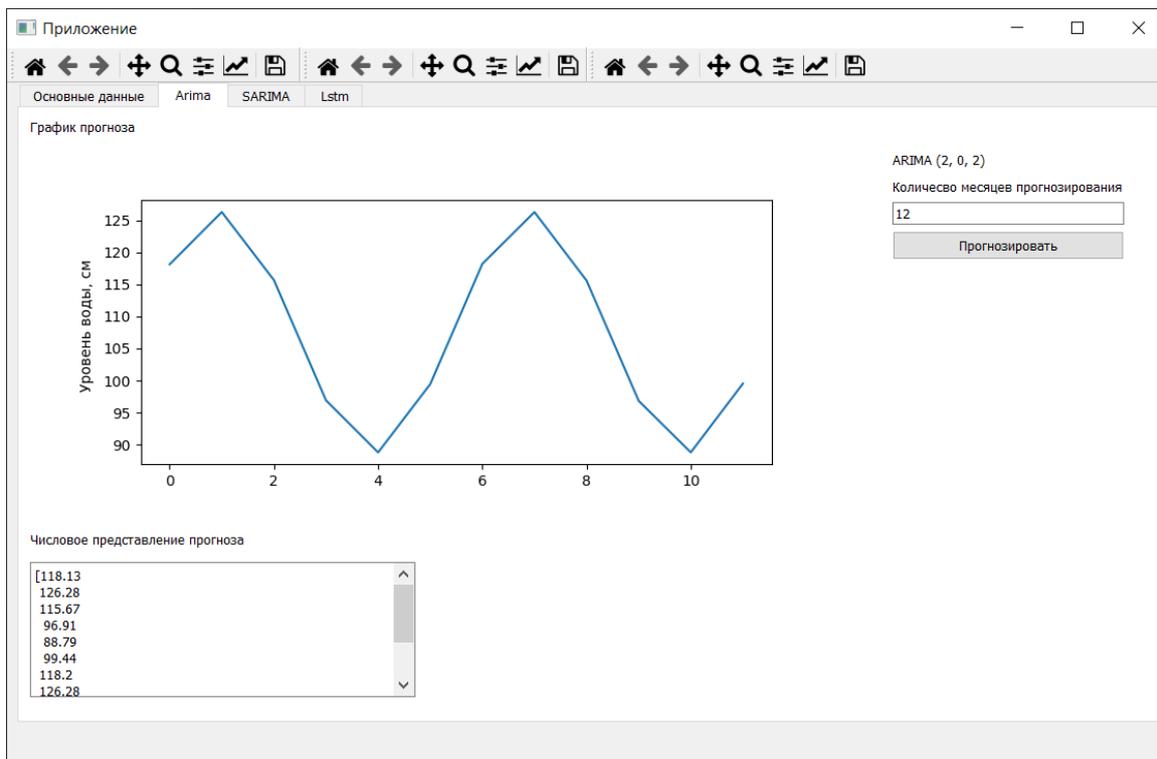


Рис. 5. Интерфейс приложения

Спрогнозированные с значения уровня воды на 2020 и 2021 год представлены в табл. 2.

Таблица 2

Спрогнозированные значения

Номер месяца	Значение прогноза, см.	Номер месяца	Значение прогноза, см.
1	100.98	13	104.30
2	98.76	14	102.06
3	103.22	15	101.98
4	90.81	16	85.52
5	82.44	17	87.69
6	78.33	18	81.54
7	95.25	19	94.58
8	153.95	20	154.75
9	114.61	21	105.81
10	92.07	22	90.658
11	93.57	23	91.79
12	97.95	24	96.45

Таким образом на основании прогноза можно сказать об отсутствии прогнозируемой опасности затопления в 2020 году.

Разработанное приложение может быть использовано для прогнозирования уровня воды, в том числе и для речных бассейнов Архангельской области.

### Список литературы

1. Ильков, А.В. Оценивание и прогнозирование максимального заторного уровня воды на реках севера европейской части России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 4. – С. 28–35.
2. Andrey Fedorov. Прогнозирование временных рядов нейронными сетями // bizkit.ru: Жизнь, бизнес и IT.2020. URL: <http://www.bizkit.ru/2019/11/11/15143/> (дата обращения: 04.03.2020)
3. Siti Hajar Arbain. Time series methods for water level forecasting of Dungun river in Terengganu, Malaysia / Antoni Wibowo. // International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). – 2012. – P. 2–4.
4. Jason Brownlee. Gentle Introduction to SARIMA for Time Series Forecasting in Python // Machine Learning Mastery.com, 2020. URL: <https://machinelearningmastery.com/sarima-for-time-series-forecasting-in-python/> (дата обращения: 04.03.2020)
5. Time Series for beginners with ARIMA // Kaggle.com, 2020. URL: <https://www.kaggle.com/freespirit08/time-series-for-beginners-with-arima> (дата обращения: 04.03.2020)

#### **Онякова А.М.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [onyakova.a@edu.narfu.ru](mailto:onyakova.a@edu.narfu.ru)  
Научный руководитель: Губайдуллин М.Г., д-р геол.-минер. наук, профессор, профессор геологии и горных работ

### **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ АНОМАЛИИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ПРЕДЕЛАХ КАРСКОГО МОРЯ**

Арктическая зона России представляет собой богатейших сырьевой резерв для открытия новых нефтегазовых месторождений. По некоторым оценкам, именно эти ресурсы станут определяющим фактором развития экономики России в недалеком будущем. В то же время начальные суммарные ресурсы, определенные отечественными и зарубежными учеными, значительно разнятся. Оценка углеводородного потенциала территории напрямую зависит от её геологического строения и изученности.

Основным источником информации о строении Арктического региона является интерпретация геофизических данных, полученных при помощи различных методов сейсморазведки (МОВ ОГТ, КМПВ, ГСЗ), гравитационной, магнито- и электроразведки.

Гравиразведка как геофизический метод исследования земной коры, поиска и разведки месторождений полезных ископаемых основан на изучении распределения аномалий силы тяжести на земной поверхности и акваториях. Эффективность гравиразведки увеличивается, если плотность изучаемого геологического объекта значительно отличается от плотности вмещающей среды, что позволяет изучать литосферу и земную кору, строение фундамента.

Рассматриваемая аномалия расположена в пределах Енисейского залива Карского моря, отделяющего Гыданский полуостров, к структурам которого приурочены такие месторождения, как Семаковское, Утреннее, Минховское, от материковой части Евразии [2, 3]. В 2017 г [5]. геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Енисейского залива изучила «Росгеология». Дно Енисейского залива представляет собой зону сочленения Енисей-Хатангского регионального прогиба с акваториальным продолжением северной части Западно-Сибирской плиты. По гравиметрическим данным предполагается массив пород основного состава [4], не выходящего на поверхность дна моря.

Для правильной интерпретации результатов гравиразведки необходимо знать плотность горных пород. Геологический объект, залегающий под аномалией, представлен интрузией базитов с плотностью  $2,8-2,9 \text{ г/см}^3$  [1], вмещающая среда – алевритами и песчаниками, их плотность принимается равной  $2,0-2,1 \text{ г/см}^3$ . В расчетах используются следующие аномальные плотности:

$$\Delta\sigma_1 = 2,9 - 2,1 = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\Delta\sigma_2 = 2,9 - 2,0 = 0,8 \text{ г/см}^3$$

В теории гравиразведки имеются аналитические решения для расчета аномалий от тел простых форм (прямая задача): шара, цилиндра, уступа (рис. 1) и других геометрических тел. Для количественной интерпретации локальной аномалии (обратная задача) можно воспользоваться методом характерных точек [6].

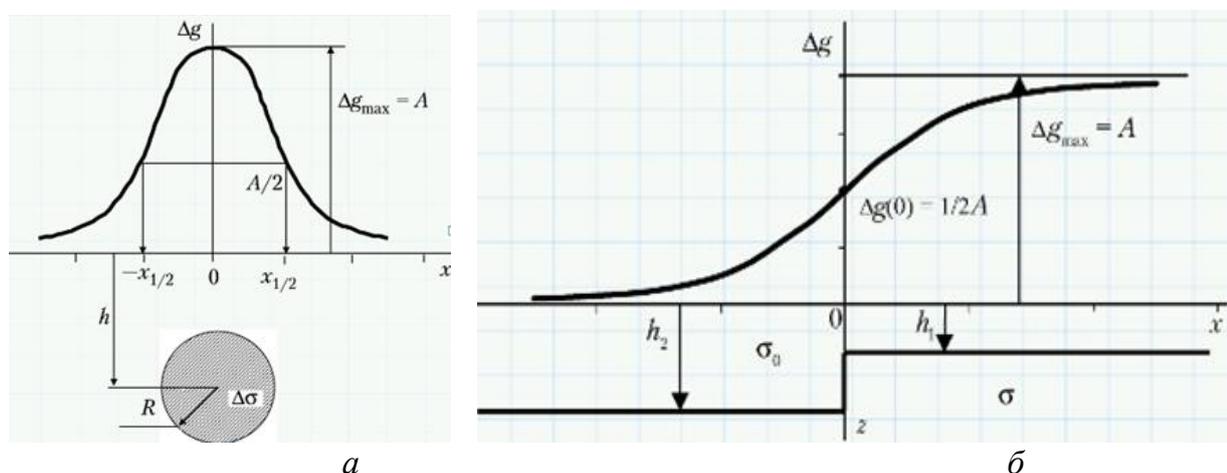


Рис. 1. Гравитационное поле над цилиндром (а) и уступом (б)

Выбранная аномалия является вытянутой, ее длина значительно превышает ширину, как правило, для аппроксимации таких геологических объектов используют бесконечно длинный цилиндр или пласт. Под вертикальным уступом в теории гравиразведки понимают горизонтальный полупласт, ограниченный вертикальной гранью, поэтому предположим три различных варианта для аппроксимации интрузии: аномалия обусловлена объектом в форме цилиндра, а также комбинации цилиндра и вертикального уступа, двух цилиндров. Необходимо решить обратную задачу гравиразведки, то есть определить местоположение, формы, глубины залегания и размеры тел по известной аномалии  $\Delta g$ .

При решении обратной задачи гравиразведки для цилиндра характерной точкой является точка  $x_{1/2}$ , равная глубине залегания тела  $h$ ; для уступа – точка  $x_{3/4}$  равна средней глубине залегания уступа  $H$ . Зная аномальную плотность  $\Delta\sigma$ , радиус цилиндра определяется по формуле [6]:

$$R = \sqrt{\frac{\Delta g_{max} \cdot h}{2\pi G \cdot \Delta\sigma}}, \quad (1)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \cdot \text{с}^2$ ;  $\Delta g_{max}$  – максимальное значение рассматриваемой аномалии.

Для уступа определяют его глубины  $h_{1,2}$  по следующим формулам:

$$\Delta h = \frac{\Delta g_{max}}{2\pi G \cdot \Delta\sigma} \quad (2)$$

$$h_{1,2} = H \pm \frac{\Delta h}{2} \quad (3)$$

Полученные данные подставляем для проверки в прямую задачу гравиразведки и уточняем параметры тела методом подбора.

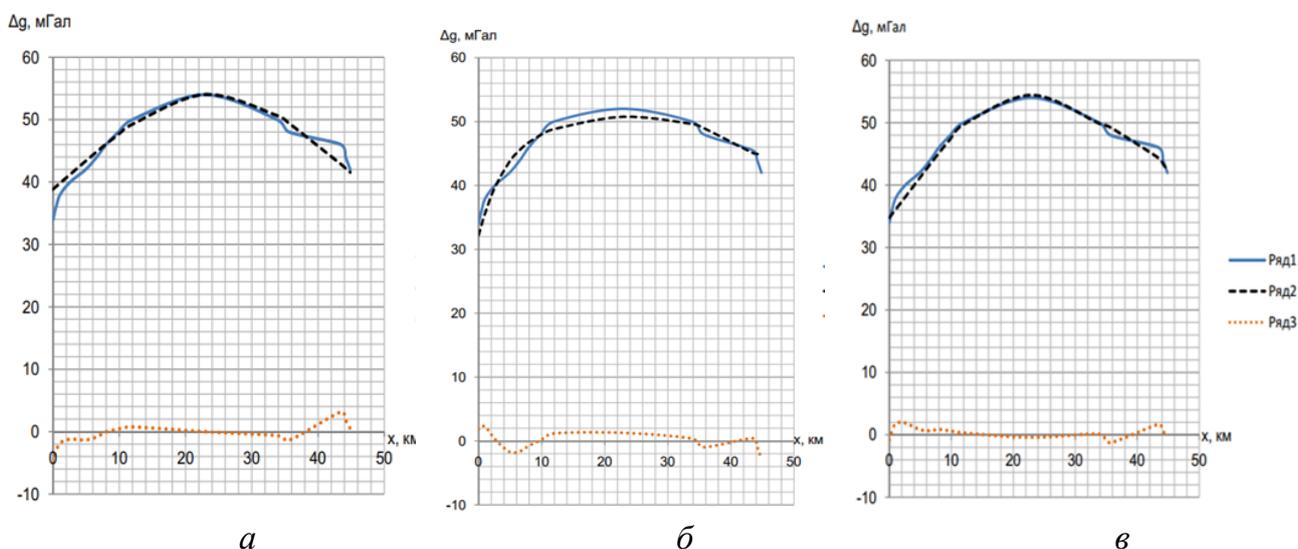


Рис. 2. Расчетные кривые: а – для цилиндра; б – комбинации цилиндра и уступа; в – двух цилиндров

При решении задач гравиразведки для исследуемой аномалии было получено три следующих решения (рис. 2): а) геологическое тело, имеющее форму цилиндра, с радиусом 7848 м, глубиной залегания 3800 м и аномальной плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>; б) первое геологическое тело имеет форму уступа с глубинами залегания 3791 и 5253 м и аномальной плотностью 0,9 г/см<sup>3</sup>; второе геологическое тело имеет форму цилиндра с радиусом 1498 м, глубиной залегания 8800 м, аномальной плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>; в) первое геологическое тело имеет форму цилиндра с радиусом 5,59 км, глубиной залегания 26 км, аномальной плотностью 0,9 г/см<sup>3</sup>; второе тело имеет форму цилиндра с радиусом 2,5 км, глубиной залегания 12 км и аномальной плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>. Результаты количественной интерпретации наглядно иллюстрируют неоднозначность решения обратной задачи гравиразведки.

Рассчитывается точность подбора расчетной кривой (табл. 1) по сравнению с наблюдаемой путем вычитания по модулю наблюдаемых значений аномалий  $\Delta g_H$  и значений  $\Delta g_{рас}$ , полученных расчетным путем.

Таблица 1

Результаты сравнения наблюдаемой и расчетных значений (в мГал) гравитационных аномалий

№ точки	$\Delta g_H$	$\Delta g_{рас1}$	$\Delta g_{рас2}$	$\Delta g_{рас3}$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_1^2$	$\Delta_2^2$	$\Delta_3^2$
1	34	38,849	32,209	34,815	-4,849	1,791	0,815	23,513	3,208	0,664
2	36	39,259	33,767	35,376	-3,259	2,233	0,624	10,621	4,986	0,389
3	38	39,830	35,765	36,166	-1,830	2,235	1,834	3,349	4,995	3,364
4	40	41,225	39,728	38,123	-1,225	0,272	1,877	1,501	0,074	3,5231
5	42	43,347	43,731	41,166	-1,347	-1,731	0,834	1,814	2,996	0,696
6	44	44,846	45,597	43,349	-0,846	-1,597	0,651	0,716	2,550	0,424
7	46	46,067	46,747	45,134	-0,067	-0,747	0,866	0,004	0,558	0,750
8	48	47,609	47,880	47,377	0,391	0,120	0,623	0,153	0,014	0,388
9	50	49,249	48,815	49,705	0,751	1,185	0,295	0,564	1,404	0,087
10	54	54,019	50,732	54,404	-0,019	1,268	-0,404	0,000	1,608	0,163
11	50	50,644	49,627	49,887	-0,644	0,373	0,113	0,415	0,139	0,013
12	48	49,379	48,987	49,246	-1,379	-0,987	-1,246	1,902	0,974	1,553
13	46	42,840	45,085	44,324	3,160	0,415	1,676	9,986	0,172	2,809
14	44	42,199	44,933	43,406	1,801	-0,933	0,594	3,244	0,870	0,353
15	42	41,556	44,882	42,403	0,444	-2,882	-0,403	0,197	8,306	0,163
Итого								57,978	32,856	15,338

Среднее квадратическое отклонение рассчитывается по следующей формуле:

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{2n - 1}} \quad (4)$$

Точность подбора составила  $\pm 1,414$ ;  $\pm 1,064$ ;  $\pm 0,727$  мГал соответственно для цилиндра, комбинации цилиндра и уступа, двух цилиндров; она находится в пределах допустимой для точности съемки результативной карты.

**Выводы.** Были рассмотрены три варианта аппроксимации реальных геологических объектов модельными телами. В наибольшей степени наблюдаемая и расчетные локальные аномалии совпали для вариантов, состоящих из двух цилиндров и уступа с цилиндром. Несмотря на неоднозначность решения обратной задачи гравиразведки, наиболее удовлетворяющей имеющимся данным о тектоническом строении региона представляется модель, состоящая из пласта с аномальной плотностью  $0,9 \text{ г/см}^3$  в виде уступа с глубинами залегания кровли  $3,8 \text{ км}$  и подошвы –  $5,8 \text{ км}$ , и цилиндрического тела с аномальной плотностью  $0,8 \text{ г/см}^3$  и радиусом  $1,5 \text{ км}$ , залегающего на глубине около  $7 \text{ км}$ . Все это свидетельствует о сложном строении региона, включениях интрузий, проявлении магматизма, которые значительно повлияют и усложнят поиски полезных ископаемых. Полученные результаты представляют методический и прикладной интерес, и могут быть использованы при постановке в рассматриваемом районе дальнейших поисковых геологоразведочных работ.

### Список литературы

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Таймырская. Лист S-44-XXI, XXII (Диксон). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / А.Н. Федотов, А.П. Романов, В.М. Колямкин и др.; Минприроды России, Роснедра, Красноярскнедра, ОАО «Красноярскгеолсъемка». – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019.
2. МФ ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – S-44-XXI, XXII. Схема гравитационных аномалий, м-б 1:500 000. – Режим доступа: <http://geo.mfvsegei.ru/200k/s-44/s-44-21,22/18/index.html> (дата обращения: 25.03.2020).
3. МФ ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – S-44-XXVII, XXVIII. Схема гравитационных аномалий, м-б 1:500 000. – Режим доступа: <http://geo.mfvsegei.ru/200k/s-44/s-44-27,28/18/index.html> (дата обращения: 25.03.2020).
4. МФ ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – S-44-XXI, XXII. Условные обозначения к тектонической схеме. – Режим доступа: <http://geo.mfvsegei.ru/200k/s-44/s-44-21,22/22/index.html> (дата обращения: 25.03.2020).
5. Портал «Neftegaz.ru» [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – Росгеология завершила полевые работы по изучению дна Енисейского залива. – Режим доступа: <https://neftgaz.ru/news/Geological-exploration/206119-rosgeologiya-zavershila-polevye-raboty-po-izucheniyu-dna-eniseyskogo-zaliva-provedya-gidrogazovuyug/> (дата обращения: 25.03.2020).
6. Хмелевской В.К. Основы геофизических методов: учебник для вузов / В.К. Хмелевской, В.И. Костицын; Перм. ун-т. – Пермь, 2010. – 400 с.

**Оришин И.С.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
[kronos182@mail.ru](mailto:kronos182@mail.ru)

Научный руководитель: Тестова И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и высокопроизводительных вычислений

## РАЗРАБОТКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

### 1. Постановка задачи

Рассмотрим задачу о назначениях:

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} \rightarrow \max,$$

где  $n$  – количество объектов назначения,  $m$  – количество предприятий для назначения.  $x_{ij}$  – прибыль предприятия в результате назначения  $i$ -го субъекта на  $j$ -ое предприятие.

Поставленная задача является математической моделью многих реальных прикладных задач, возникающих при проектировании информационных систем, размещении промышленных объектов и оборудования, выборе конфигураций сетей электроснабжения [1]. Задача является NP-полной комбинаторной задачей. Из этого следует, что общее количество вариантов решения определяется формулой:

$$R(n) = n!$$

Существующие методы решения такого класса задач возможно применять на относительно небольшой размерности задачи, в связи с этим возникла необходимость находить методы решения, которые позволят получить решение задачи за более приемлемое время. Наиболее известными решения такого рода задач являются генетические алгоритмы, которые уже хорошо себя показали в решении класса задач оптимизации и задач перебора.

### 2. Общая структура алгоритма

Задается размер популяции – количество особей, которые будут кандидатами на решение. Случайным образом отбираются особи, которые будут представлять начальную выборочную популяцию. На каждом шаге родительская популяция оценивается на пригодность к решению. В качестве оценки может служить функция средней приспособленности популяции, заданная в виде:

$$y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij};$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y$$

где  $N$  – размер популяции, где  $y$  – приспособленность одной особи,  $\bar{y}$  – средняя приспособленность популяции.

После получения оценки начинается стадия репродукции популяции. Применим метод рулетки для выбора наиболее приспособленных хромосом. Его суть заключается в том, чтобы взять отношения приспособленности каждой популяции к сумме всех значений приспособленности популяции и разбить эти числа на интервалы путём получения кумулятивной суммы  $\bar{v}$ . Таким образом, общий интервал совпадает с промежутком  $[0; 1]$ , а подинтервалы разбиваются в зависимости от величины приспособленности: чем выше средняя приспособленность, тем длиннее интервал (рис. 1).

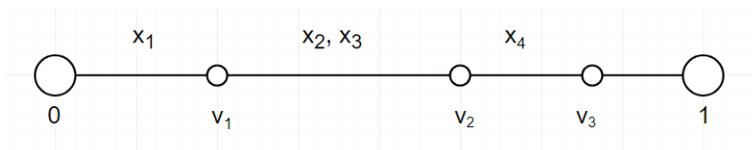


Рис. 1. Метод рулетки

Далее генерируется вектор случайных чисел  $\bar{x}$ , размера, соответствующего размеру популяции, проводится оценка попадания чисел в интервалы. Если число в интервал попадает, значит эта особь будет использоваться для дальнейшей репродукции, если нет, то она выбрасывается как неподходящая. Из полученных особей создаётся множество пар – комбинации без повторений, которые будут использоваться в репродукции. Число пар будет во столько раз больше популяции сколько её размер, чтобы на выходе получить новую популяцию заданного размера.

Затем происходит скрещивание особей. Операторы кроссовера бывают двух видов: математический и биологический. Их разница состоит в том, что биологический путь более случаен и больше схож с тем, что происходит в биологических генах:

$$J_m(ch_k, ch_{k+1}) = \text{round} \left( \frac{J_i(ch_k) + J_i(ch_{k+1})}{2} \right)$$

$$J_b(ch_k, ch_{k+1}) = \min(ch_k, ch_{k+1}) + \text{random}(|J_i(ch_k) - J_i(ch_{k+1})|)$$

Здесь  $(ch_k, ch_{k+1})$  – это хромосомы родительских особей,  $J_i$  – позиция единичного аллеля хромосомы. На выходе мы получим позицию единичного аллеля в хромосоме ребенка. Этот шаг повторяется до тех пор, пока все не будут получены хромосомы новой особи.

Иногда может получиться так, что новая особь не может быть кандидатом на решение задачи. Например, можно получить матрицу хромосом, в столбце которой есть два единичных гена, что не соответствует постановке задачи о назначениях. Для этого необходимо применить мутацию особи. Для этого берётся аллель находящийся не на своем месте и случайным образом переставляется, пока не будет получена подходящая особь.

Для остановки алгоритма необходимо ввести точку останова. Для этого после получения каждой следующей популяции заново оцениваем её приспособленность. Введём некоторое  $\varepsilon$ , которое будет означать точку останова:

$$|\bar{y}_z - \bar{y}_{z-1}| < \varepsilon$$

где  $z$  – итерация популяции,  $y$  – средняя приспособленность популяции.

Данную структуру можно отобразить следующей блок-схемой (рис. 2):

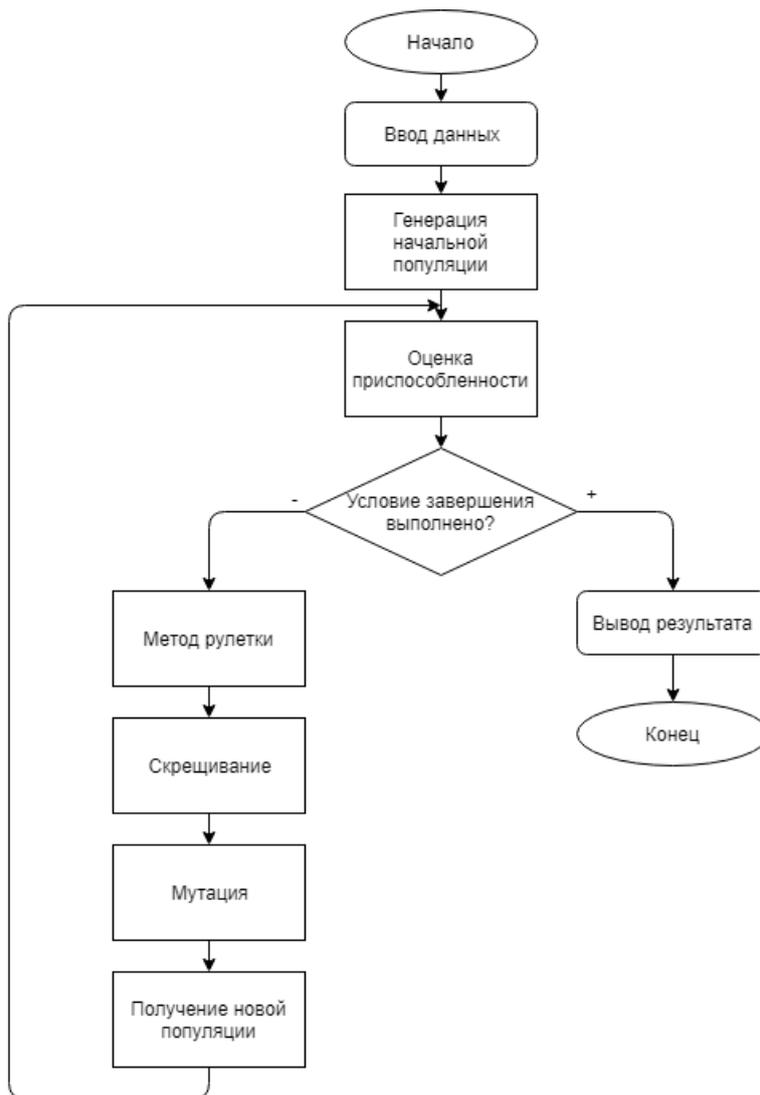


Рис. 2. Блок-схема

Исходя из того, что задача о назначениях является NP-полной задачей, то с целью увеличения точности решения возрастает время расчёта, предлагается следующее улучшение: вместо того, чтобы увеличивать размер популяции, увеличивается количество этих популяций, каждая сходится к какому-либо ответу, а из них методом голосования выбирается

один. Такой подход повышает точность алгоритма. В результате была разработана параллельная программа, реализующая генетический алгоритм для решения задачи о назначениях на языке C++ с использованием технологии OpenMP. C:\Program Files\Common Files\Microsoft Shared\EQUATION

### Список литературы

1. Рассолова Я.А. Применение генетических алгоритмов к решению модифицированной задачи о назначениях / Я.А. Рассолова, М.М. Зарубин // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 45-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, апрель 2015 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 413 с.

2. Матвеев М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейников – Москва, Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008 – С. 405 – 410.

3. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю.Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.

### Ошурков Е.С.

студент Высшей школы естественных наук и технологий, zoisitefusion@gmail.com  
Научный руководитель: Кунавин М.А., канд. биол. наук, доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ АДРЕСАНТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОВЕРИЯ АДРЕСАТА К СООБЩАЕМОЙ ЕМУ ИНФОРМАЦИИ

**Актуальность.** В настоящее время исследования доверия являются одним из самых востребованных направлений в общественных науках. Одновременно с этим они являются и одной из наиболее актуальных междисциплинарных проблем современности. Можно сказать, что особая востребованность исследований феномена доверия и недоверия определяется довольно интенсивным обменом знаниями на эту тему между специалистами из различных научных отраслей (философии, социологии, психологии, экономики, политологии и др.) [1].

На протяжении всего периода исследований доверия и недоверия было сформулировано большое количество их определений, выделены специфические структурные элементы, основания и критерии. Во многих исследованиях доверие рассматривается, в том числе, как отношение,

процесс социального обмена и передачи информации и других значимых благ в ходе межличностного общения.

Согласно одному из современных подходов, сформировавшемуся на стыке общественных и естественных наук, доверие определяется в терминах когнитивных процессов. Понимаемое таким образом доверие есть осознание человеком собственной уязвимости или риска, возникающих в результате неопределенности мотивов, намерений и ожидаемых действий людей, от которых он зависит. Многие современные исследователи справедливо утверждают, что доверие нужно понимать как сложное, многомерное психофизиологическое явление, включающее в себя эмоциональные и мотивационные компоненты, которые, безусловно, должны сопровождаться определенными сдвигами со стороны вегетативной нервной системы [2].

Чувство собственной уязвимости или риска перед участником общения может возникать у человека из-за подозрений в неискренности или заведомой лживости передаваемой информации. Ведь ложь является столь же естественным компонентом человеческого общения, как и правда. В контексте межличностных отношений ложь может быть определена как удачная или неудачная осознанная попытка индивида, создать в оппоненте чувство веры в то, что воспринимается самим индивидом как не соответствующее правде. Таким образом, ложь рассматривается как специфическое воздействие, направленное непосредственно на собеседника, от которого ожидается доверительная или не доверительная реакция на передаваемую информацию. В случае с ложью первостепенную важность для адресанта, т.е. человека, передающего некое сообщение, начинает играть не смысл этого сообщения, а ответная реакция на него – доверительная или не доверительная со стороны адресата [3,4]. Исходя из этого целью нашей работы явилось изучение вегетативной реакции адресанта в зависимости от доверия адресата к сообщаемой информации.

**Методика.** В нашем исследовании приняло участие 42 практически здоровых студента САФУ, девушки и юноши в возрасте от 18 до 24 лет. Все отобранные студенты участвовали в обследовании на добровольной основе с соблюдением всех норм и принципов биомедицинской этики, были заранее проинформированы о его целях и характере применяемых стимулов.

Исследование было построено на модели компьютерной игры «Верю-не верю», цель которой манипулировать доверием оппонента при передаче правдивых и ложных сообщений. Во время регистрации эксперимента двое обследуемых сидели друг напротив друга за компьютерами, которые были связаны между собой и с компьютером экспериментатора программой z-Tree и клиентскими программами z-Leaf. С каждой парой

участников исследования проводилось 20 раундов игры, каждый из которых состоял из трех этапов.

На первом, один из игроков (адресант) видел на экране компьютера перед собой случайную цифру в диапазоне от 0 до 10 и сообщение: «Вы видите перед собой число, которое должны сообщить оппоненту. Если Вы хотите передать ему правдивую информацию просто введите это число и нажмите кнопку «Отправить». Если Вы хотите солгать введите любое другое число в диапазоне от 0 до 10». Далее адресант решал, солгать ему или нет и, соответственно, вводил выбранную им цифру.

Второй этап игры начинался сразу после отправки сообщения адресантом. На компьютере второго игрока (адресата) отображалась переданная цифра с сообщением: «Оппонент передает Вам, что перед ним цифра и далее цифра, отправленная адресантом. Вы ему верите?». После этого адресат принимал решение поверить или не поверить адресанту и, нажимал на кнопку «Верю» или «Не верю».

На последнем этапе обоим игрокам одновременно выводилось сообщение о результатах раунда с различными исходами для адресанта и адресата (табл. 1). Сообщение предъявлялось в течение 10 секунд, после чего начинался следующий раунд, в котором обследуемые менялись ролями.

Таблица 1

Сообщения с возможными исходами раундов

	Правда		Ложь	
	Доверие	Недоверие	Доверие	Недоверие
Адресант	Вы сказали правду и вам поверили	Вы сказали правду и вам не поверили	Вы солгали и вам поверили	Вы солгали и вам не поверили
Адресат	Вы поверили и не ошиблись. Вам сказали правду	Вы не поверили и ошиблись. Вам сказали правду	Вы поверили и ошиблись. Вам солгали	Вы не поверили и ошиблись. Вам солгали

В момент исхода раунда, когда игроки видели перед собой результаты, у них производилась регистрация вызванных кожных вегетативных потенциалов (ВКВП). Показатели ВКВП регистрировались с обоих игроков по очереди: первые 10 раундов – с одного, последние 10 раундов – с другого.

Для записи ВКВП нами использовались два регистрирующих электрода, которые накладывались на ладонь. Положительный электрод располагался на коже 2-ой фаланги среднего пальца, отрицательный электрод устанавливался в продолжение 2-го межпальцевого промежутка на расстоянии 3 см от кожной складки, находящейся на уровне пястнофаланговых суставов. Индифферентный электрод накладывался на предплечье.

Обработка результатов осуществлялась в полуавтоматическом режиме. Программа предлагала свой вариант расстановки маркеров на волне ВКВП, который мог быть скорректирован вручную исследователем.

Вычислялись следующие показатели вызванного кожного вегетативного потенциала (ВКВП): латентный период (ЛП); амплитуда первой фазы (A1), амплитуда второй фазы (A2), длительность первой фазы (S1), длительность восходящей части второй фазы (S2a), длительность нисходящей части второй фазы (S2b).

При статистическом анализе полученных данных, в качестве их описательной характеристики были использованы медианы (Me) и квартили (Q1-Q3). Оценка значимости различий между показателями ВКВП в исследуемых ситуациях проводилась с использованием критерия Манна-Уитни в программе IBM SPSS Statistics 22.0. Отличия считались статистически значимыми при величине вероятности ошибочного принятия нулевой гипотезы о равенстве генеральных средних при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования было выявлено, что вегетативная реакция адресанта, независимо от исхода проведенного раунда, отличалась от реакции адресата более низкими показателями амплитуды первой фазы ( $p = 0,044$ ), которая отражает степень активации надсегментарных парасимпатических центров. Значения A1 адресанта в среднем равнялись 0,119 мВ, а адресата 0,170 мВ. Из этого следует, что реакция адресанта при любом исходе раунда была менее яркой, чем у адресата.

Так же было обнаружено, что независимо от исхода раунда, реакция адресанта, отличается от аналогичной у адресата более длительным латентным периодом ( $p = 0,008$ ) и более короткой длительностью нисходящей части второй фазы волны ВКВП ( $p = 0,048$ ). У адресанта значения S2b в среднем равнялись 2,000 с, а у адресата 2,350 с, при этом показатели ЛП адресанта составляли 2,000 с, а адресата 1,300 с. Считается, что латентный период отражает время синаптической задержки нервного импульса, а длительность нисходящей части второй фазы ВКВП связана с периодом восстановления потоотделения после его рефлекторного усиления. Таким образом из всего выше сказанного можно сделать вывод, что реакция адресанта на известие о результатах раунда, в отличие от реакции адресата развивается не сразу, характеризуется меньшей интенсивностью и затухает намного быстрее. Мы предполагаем, что это можно связать с тем, что непосредственный исход раунда в большей степени зависит от адресата, т.к. именно адресат принимает финальное решение о том, довериться полученному сообщению или нет.

При оценке роли достоверности передаваемой информации было обнаружено, что в тех раундах, где адресант сообщал правду, его реакция на полученные результаты отличалась более высокими значениями ам-

плитуды второй фазы ( $p = 0,029$ ), по сравнению с теми раундами где он передавал ложь. При сообщении правды А2 адресанта имели среднее значение 0,415 мВ, а при сообщении лжи 0,272 мВ. Этот параметр волны ВКВП отражает степень активации надсегментарных симпатических центров. Соответственно, адресант имеет более яркую реакцию на исходы раундов, которым предшествовала передача правдивого сообщения.

Аналогичным образом в рассматриваемых ситуациях отличался и показатель S2b ( $p = 0,002$ ) вегетативных волн адресанта. В ситуациях передачи правдивого сообщения, вне зависимости от доверия адресата, S2b равнялась 1,620 с, а в ситуациях передачи ложного сообщения – 0,858 с. Таким образом реакция адресанта на завершение «правдивых» раундов не только была более яркой, но и сохранялась значимо дольше, в отличии от «лживых» раундов.

Мы предполагаем, что это может быть связано с тем, что передача правдивых сообщений является рискованной для человека и сопровождается активацией симпатической стресс-системы. Когда человек говорит правду, он доверяется своему партнеру по коммуникации. При этом всегда существует риск быть непонятым, риск того, что переданной информацией воспользуется против него или передадут не в те руки. Вероятно, похожую реакцию мы наблюдали в нашем эксперименте, адресант более ярко реагировал на исход раунда, когда доверялся своему оппоненту.

При оценке влияния реакции адресата на передаваемую информацию было показано, что вегетативная реакция адресанта на те раунды, которые закончились доверительным исходом отличается от реакции адресата более длительным латентным периодом ( $p = 0,001$ ). Показатели ЛП адресанта в ситуациях с доверительным исходом раунда равнялись 2,085 с, а адресата 1,000 с. Соответственно, адресат быстрее реагирует на исход раунда, если он только что принимал решение поверить в правдивость переданного сообщения.

Также в рассматриваемых ситуациях отличался и показатель амплитуды первой фазы вегетативных волн адресанта ( $p = 0,024$ ). Показатели А1 адресанта в ситуации доверительной реакции адресата, вне зависимости от правдивости переданного сообщения, равнялись 0,120 мВ, а адресата – 0,202 мВ. Реакция адресанта на завершение «доверительных» раундов не только развивалась со значительной задержкой, но и была менее яркой, в отличии от реакции адресата.

Данный результат, по сути, повторяет уже озвученную идею о том, что доверие является для человека рискованным поведенческим актом и сопровождается усилением симпато-адреналовых влияний. В данном случае доверяющей стороной является именно адресат, и именно он рискует, доверяя полученному сообщению, зная, что оно может оказаться ложным.

### **Выводы.**

1. Адресант, вне зависимости от достоверности передаваемого сообщения и доверия адресата, имеет менее яркую реакцию на исходы раунда, что выражается в большем латентном времени, низкой амплитуде первой фазы и менее длительной реакции, по сравнению с адресатом.

2. Адресант, вне зависимости от доверия адресата, имеет более яркую реакцию на исходы раунда при передаче правдивых сообщений, что выражается в более высоких показателях амплитуды второй фазы и более длительной реакции восстановления.

3. Адресант, вне зависимости от достоверности передаваемого сообщения, имеет менее яркую реакцию на исходы раунда по сравнению с адресатом в ситуациях доверия на полученное сообщение, что выражается в большем латентном времени и более низкой амплитуде первой фазы.

### Список литературы

1. Андреев В.В. Феномен лжи-обмана в структуре самосознания личности / В.В. Андреев // Вестник балтийской педагогической академии. – 2013. – № 109. – С. 31–35.

2. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П.К. Анохин // Медицина. – 1968. – С. 546.

3. Белкин Р.С. Курс криминалистики / Р.С. Белкин. – М.: Юнити-Дана, Закон и право, 2001. – 865 с 1.

4. Венерина О.Г. Перспективные методы инструментальной психодиагностики в оценке достоверности информации / О.Г. Венерина, А.Н. Пучкова, О.Н. Ткаченко, А.Е. Соколов, А.А. Варламов // Педагогика и психология образования. – 2015. – № 2. – С. 78–84.

#### Паршин А.А.

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, [parshin.aleksandr2198@gmail.com](mailto:parshin.aleksandr2198@gmail.com)  
Научный руководитель: Бутаков С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

### РАЗВИТИЕ БИОЭНЕРГЕТИКИ – КЛЮЧ К МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШ- ЛЕННОСТИ И СНИЖЕНИЮ ПАРНИКОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ

Энергетика является важнейшей отраслью, без которой нормальная деятельность людей не представляется возможной. С каждым годом темпы потребления энергии растут, что приводит к росту количества электростанций. Не трудно понять, что вместе с ростом электростанций повышается уровень загрязнений окружающей среды [1].

Каждый отдельный вид электростанций по-своему вносит изменения в экологию. В данной статье будет рассматриваться теплоэлектроцентраль.

ТЭЦ – разновидность тепловой электростанции, которая является одновременно источником электрической и тепловой энергии. Данный вид электростанции рассматривается по нескольким причинам:

1. На тепловых электростанциях в России производится большая часть всей электроэнергетики.

2. При сгорании топлива часть вредных веществ удерживается фильтрами, но углекислый газ продолжает беспрепятственно накапливаться в атмосфере.

Да, углекислый газ не такой опасный, как окись углерода, но его увеличение приводит к усилению «парникового эффекта».

3. Данные электростанции работают на разных видах топлива, что позволяет перейти к биотопливу.

Биотопливо – это энергия, точнее её источник, который получается из животного или растительного сырья. Данный вид топлива можно классифицировать по физическим признакам, в котором оно находится, это: жидкое, твёрдое и газообразное биотопливо [2].

Твёрдое биотопливо в настоящее время получило широкое распространение в биоэнергетике. Данный вид топлива получают в процессе обработки древесины, это топливные гранулы (пеллеты) и брикеты. Также для изготовления гранул и брикетов используют отходы сельского хозяйства [2].

В Архангельске, например, используют опилки, древесные стружки, щепу и другие остаточные продукты переработки древесины. Пеллеты, спрессованные из древесины, относят к первому сорту. Данный сорт обладает низкой зольностью – до 0,5 % и высокой теплотой сгорания – до 5,4 кВт/кг.

Жидкое – этиловый спирт, метиловый спирт, бутиловый спирт.

Газообразное – биогаз, биоводород, метан.

Жидкое и газообразное биотопливо не получили такого широкого распространения как твёрдое биотопливо.

В настоящее время объёмы биомассы используются в малом количестве, это обусловлено большими финансовыми нуждами для внедрения технологий.

Но большинство используемых энергоресурсов, такие как – уголь, нефть, газ – относятся к исчерпаемым, а новые месторождения находятся в труднодоступных районах. В конечном результате в связи с необходимостью доставки ресурсов до места переработки, цены на топливо будут расти, что рано или поздно приведёт к более широкому использованию биотоплива [2].

Например, в Архангельске вся малая энергетика Поморья включает в себя около сотни небольших котельных. Также Архангельский регион является крупнейшим в России по производству лесопромышленной продукции. Не смотря на это, до середины нулевых местное топливо даже не рассматривалось.

На сегодняшний день многие предприятия внедряют технологии по использованию местного топлива. В пример можно привести АО «Архангельский ЦБК». Новый котёл-утилизатор является большой гордостью ТЭС-1 Архангельского ЦБК, этот многотопливный котёл служит для совместного сжигания осадков сточных вод и кородревесных отходов. Котёл начал работать с сентября 2014 года, а его поставщиком выступила финская компания Metso Power Oy. Суммарная стоимость всех инвестиций и всех проектных работ превысила 1,5 миллиард рублей. Агрегат работает по технологии Nubex TM. Для получения пара в данной технологии сжигают кородревесное топливо (около 270 тысяч тонн в год), а так же осадок сточных вод (более 80 тысяч тонн в год). После того, как в эксплуатацию на ТЭС-1 ввели данную технологию, произошло снижение потребления угля на 49,1 тысяч тонн, мазута на 8,8 тысяч тонн. Так как новый котёл сжигает древесные отходы, АЦБК удалось также снизить нагрузку в утилизации отходов. Благодаря понижению количества используемого угля и мазута, экологичность производства повысилась, уменьшилось число выбросов парниковых газов [3].

В пример хорошей реализации проекта по снижению выбросов можно привести Архангельскую и Северодвинскую ТЭЦ. Компания ТГК-2 в 2010-2011 гг., вложила около миллиарда рублей в проект, в котором осуществлялся перевод сжигания мазута на сжигание природного газа двух крупнейших ТЭЦ Поморья. Реализация этого проекта принесла положительный экологический эффект – выбросы в атмосферу сократились в десять раз. В заключении экспертов СБЕР было отмечено, что после перевода ТЭЦ на сжигание природного газа, удалось достичь 30-кратного снижения выбросов двуокиси серы и мазутной золы, а так же на треть сократились выбросы оксидов. Кроме того, уже в первый год после использования природного газа, жители Архангельска и Северодвинска почувствовали пользу от смены мазута на себе. Для жителей снизились тарифы на горячую воду и отопление на 3 % [4].

Из этих примеров можно заметить, что в Архангельской области предприятия, напрямую связанные с выработкой и потреблением электроэнергии, равнодушны к проблеме модернизации тепловых электростанций для снижения выбросов.

Опираясь на реальную информацию о конкретных реализованных проектах в Архангельске и Архангельской области, можно уверенно сказать о том, что биоэнергетика будет развиваться более быстрыми темпами.

Модернизация тепловых станций позволит предприятиям сэкономить на утилизации некоторых отходов и снизить высокую стоимость топлива. Так или иначе использования природных видов топлива снизит количество выбросов, тем самым не только улучшит экологическую ситуацию, но и снизит затраты на покупку мощных фильтров.

### Список литературы

1. Беликов С.Е., Котлер В.Р. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы; Аква-Терм – Москва, 2008. – 212 с.
2. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Изд-во УРГУПС, 2010. – 463 с.
3. Кто греет и освещает Архангельский ЦБК [Электронный ресурс]. URL: <https://zavodfoto.livejournal.com/6196304.html>. (Дата обращения: 16.03.2020)
4. Энергетика Архангельской области переходит на местные виды топлива [Электронный ресурс]. URL: <https://m.region29.ru/2018/10/06/5bb88a0112f17b30722b1c92.html>. (Дата обращения: 15.03.2020)

#### **Пахомова К.В.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий,  
rakhomova.xeniya@yandex.ru

Научный руководитель: Ешевский О.Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры фундаментальной и прикладной физики

### **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА УРОКОВ ПО ТЕМЕ «ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ» В КУРСЕ ФИЗИКИ 9 КЛАССА**

Наиболее значимым мотивом учебно-воспитательной работы в школе служит познавательный интерес учащихся. Вопрос формирования и развития данного интереса к учебному предмету является одним из актуальных аспектов педагогической деятельности учителя. Перед современным педагогом ставится ряд задач, одна из которых – заинтересовать ребенка и привить ему любовь к своему предмету, что эффективно достигается при решении задач на уроках физики.

По результатам анкетирования, проведенного во время прохождения педагогической практики на базе МБОУ СШ № 17 [1], мы видим, что познавательный интерес школьников к физике надо развивать. Для этого учителю необходимо мотивировать учеников, грамотно излагать материал и уметь применить теорию на практике при решении задач по физике. Так как уровень познавательного интереса к физике у школьников невелик, то одним из факторов повышения такого интереса является, на наш взгляд,

проведение комплекса уроков на тему «Законы сохранения в механике», в состав которого входят уроки по решению задач на актуальную для нас тему. Как правило, комплекс уроков сочетает в себе диалог учителя и ученика, а также практическую работу учащихся, с использованием следующих методов и соответствующих им средств обучения: устный метод, печатно-словесный, наглядный и практический. Комплекс уроков состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть представляет собой объяснение ученикам нового материала по таким темам, как: импульс, закон сохранения импульса, работа силы, механическая энергия, закон сохранения механической энергии. Практическая часть состоит из решения задач на тему «Законы сохранения в механике», что и является объектом нашего изучения.

**Законы сохранения** – фундаментальные физические законы, согласно которым при определённых условиях некоторые измеримые физические величины, характеризующие замкнутую систему (система тел, на которую не действуют внешние силы.), не изменяются с течением времени [2]. Законы сохранения встречаются школьникам на протяжении всего курса физики (с 7 по 11 класс). Например, в 7 классе учащиеся знакомятся с понятием механической энергии и изучают закон сохранения энергии. В 8 классе рассматривается закон сохранения электрического заряда. В 9 классе основной школы, выделяется глава – законы сохранения в механике, которые и являются объектом нашего изучения[3].

К законам сохранения в механике относят: закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии и закон сохранения момента импульса (не изучается в курсе физики основной школы).

Для проведения практической части комплекса уроков на тему «Законы сохранения в механике» были подобраны задания, позволяющие повысить уровень познавательного интереса школьников к рассматриваемому вопросу.

Например, практическое занятие на тему «Импульс. Закон сохранения импульса» состояло из викторины по пройденному теоретическому материалу и следующих заданий:

1. Найдите импульсы автомобилей – грузового и легкового, если известно, что масса грузового автомобиля 8т, а легкового – 1,5 т. Грузовой автомобиль движется со скоростью 32 км/ч, а легковой – со скоростью 20 км/ч. Определите, во сколько раз импульс одного автомобиля больше другого.

2. Самостоятельно составьте задачу на нахождение импульса тела и решите её.

3. На неподвижную тележку массой 100 кг прыгает человек массой 69 кг со скоростью 6 м/с. Определите скорость движения тележки вместе с человеком.

4. Белка массой 0,5 кг сидит на абсолютно гладкой, обледенелой, горизонтальной, плоской крыше. Человек бросает белке камень массой 0,1 кг. Камень летит горизонтально со скоростью 6 м/с. Белка хватается камень и удерживает его. Вычислите скорость белки, поймавшей камень.

5. Тележка с некоторым грузом на ней движется вдоль прямой со скоростью 2,5 м/с. В некоторый момент времени, груз сбросили с тележки в направлении, противоположном направлению движения тележки, со скоростью 1 м/с относительно Земли. Определите скорость тележки после того, как с нее уронили груз ( $v_1'$ ), если известно, что масса груза в 1,5 раза больше, чем масса тележки.

Практическое занятие на тему «Энергия. Закон сохранения механической энергии» включало в себя не только текстовые задачи, но и экспериментальные. На данном уроке учителю необходимо рассказать о том, что существует несколько подходов к решению задач по механике: динамический и энергетический, а также рассмотреть ряд физических ситуаций, легко решаемых с использованием энергетического подхода, но совсем не решаемых с точки зрения законов динамики и кинематики на школьном уровне.

1. Тело съезжает с горки, высота которой 0,5 м (см. рис. 1). Найдите скорость тела у основания горки. Трением пренебречь.

2. Тело приводится в движение растянутой пружиной. Найдите скорость тела в тот момент, когда пружина не деформирована (см. рис. 2).

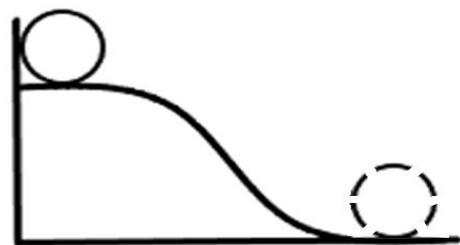


Рис. 1. Иллюстрация к задаче 1

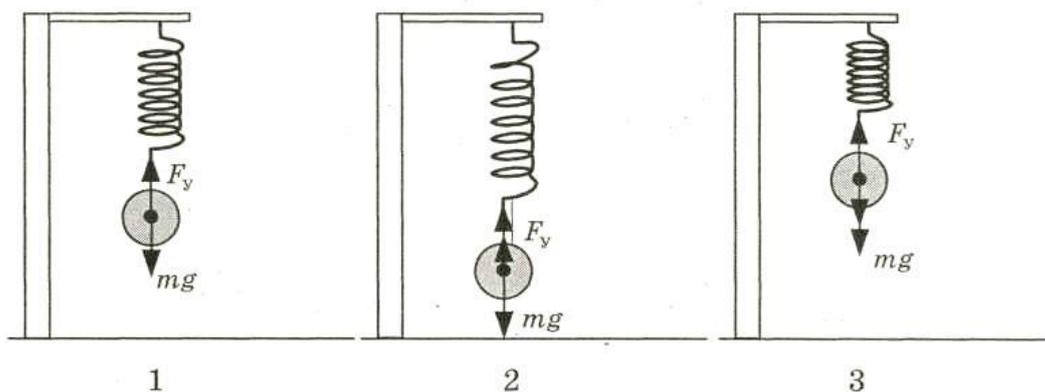


Рис. 2. Иллюстрация к задаче 2

Обе описанные выше задачи приводят учащихся к мысли о решении задач не только с позиции динамического подхода, но и с позиции подхода энергетического. В этот момент можно вспомнить о кинетической и потенциальной энергии, а также превращении одного вида энергии в другой, изучавшихся в курсе физики 7 класса. Далее учителю необходи-

мо обратить внимание на то, что не все задачи требуют этого нового подхода, например, такая задача:

3. Мяч после броска находится на высоте 305 см от пола. В некоторый момент времени он начинает свободно падать. Найдите скорость тела в момент соприкосновения с полом.

Эту задачу можно рассмотреть с позиции двух подходов: динамического или энергетического. На этом уроке можно решить задачу с использованием динамического подхода, но после изучения закона сохранения механической энергии, необходимо вернуться к решению всех представленных выше задач с позиции энергетического подхода. Решая задачи подобного типа, ученики самостоятельно приходят к выводу о необходимости использования энергетического подхода тогда, когда динамический подход либо невозможен, либо требует больше времени и математических преобразований.

После проведения комплекса уроков (в том числе и уроков по решению задач) на тему «Законы сохранения в механике», нами было проведено анкетирование учеников девятых классов с целью выявления их познавательного интереса к актуальной теме исследования. **Первый вопрос** затрагивал мотивацию школьников к изучению законов сохранения в механике: 67 человек (из 100 опрошенных) заинтересовались данной темой. Им понравилось решать задачи на закон сохранения импульса и энергии. Респонденты уделили особое внимание заданию на самостоятельное составление задач по выбранной теме. **Второй вопрос** был озвучен следующим образом: испытывали ли вы трудности при изучении законов сохранения в механике (да или нет)? Больше половины опрошенных (61 человек) ответили отрицательно. Они не испытывали сложностей в изучении данной темы. Остальные ученики (39 человек) отметили некоторые трудности, которые заключались в большом объёме теоретического материала. **Третий вопрос** касался участия школьников в научно-практических конференциях по теме «Законы сохранения в механике». Своим вопросом мы хотели выяснить мотивацию школьников к более детальному изучению темы для участия в конференциях различного уровня. Семь учеников изъявили желание поучаствовать в научно-практических конференциях с темой «Законы сохранения в механике».

По результатам анкетирования можно выявить интерес учеников девятых классов к выбранной для нашего исследования теме, особенно в плане решения физических задач на законы сохранения в механике. Школьники отметили универсальность энергетического подхода к решению задач, что подтверждает гипотезу нашего исследования. Однако без теоретической подготовки учеников крайне сложно решать физические задачи, поэтому вопрос объяснения нового материала остаётся актуальным для любого учителя физики.

## Список литературы

1. Пахомова К.В., Ешевский О.Ю. Методическое обеспечение вводного урока по теме «Закон сохранения механической энергии» в курсе физики 9 класса: физический вестник Высшей школы естественных наук и технологий САФУ. – А.: КИРА, 2019. – 100 С.
2. Пёрышкин А.В. Физика: 9 класс: учебник / А.В Пёрышкин, Е.М Гутник. – М.:Дрофа, 2019. – 350 С.
3. Рабочая программа по физике 7-9 класс по УМК А.В. Пёрышкина [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2018/09/18/rabochaya-programma-po-fizike-7-9-klass-po-umk-a-v-peryshkin>, дата обращения: 31.03.2020.

### **Петров В.И., Подрезов И.М.**

студенты Высшей школы энергетики нефти и газа, [cokuy011@gmail.com](mailto:cokuy011@gmail.com),  
[vanyapodrezov@gmail.com](mailto:vanyapodrezov@gmail.com)

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПРИЛИВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Раньше считалось, что Земля является неисчерпаемым источником энергетических ресурсов, но в последнее время всё чаще поднимается проблема их истощения. Наши потребности с каждым днём растут, нам требуется все больше энергии, что в конечном итоге приведёт к полному исчерпанию полезных ископаемых. Поэтому надо уже сегодня искать замену традиционным источникам энергии и не просто изучать, а вводить в эксплуатацию. Наиболее популярной заменой являются ветровые установки, солнечные батареи, гидроэнергетика, в частности энергия течения рек. Существуют и другие альтернативные источники энергии, которые получили наименьшее распространение по ряду причин. Одним из интереснейших среди них является использование энергии приливов и отливов океана. Для этого разработаны специальные приливные электрические станции (ПЭС).

Существует несколько разновидностей сооружений данного типа, но все они вырабатывают энергию, используя перемещения водных масс. Этот вид электроэнергетики в силу сложности реализации и дороговизны возводимых сооружений и ряда других причин является не до конца освоенным и недооценённым.

Все приливные станции делят на 4 типа [1]:

1) Генераторы приливного тока, конструкцией напоминающие вертикально расположенные ветровые установки. Они имеют довольно ком-

пактные размеры, что позволяет их использовать не только на морских течениях, вызываемых приливами и отливами, но и в опорах мостов, где чаще всего их и можно встретить.

2) Динамические ПЭС. Строятся прямо в море и имеют протяжённую конструкцию. Используют два вида энергии: кинетическую и поступательную (от приливов). Вырабатывают электричество за счёт большого числа низконапорных турбин. За счёт протяжённой формы станции вода двигается в определённом направлении, это позволяет сделать получение энергии максимально эффективным.

3) Приливные плотины. Строятся в узких горловинах, отгораживая часть залива. Во время приливов захватывают часть воды и удерживают до отлива, после чего высвобождают водную массу, пропуская её через гидротурбины, которые вырабатывают электрический ток. Работает подобным образом станция в обе стороны.

4) Приливные лагуны. Имеют схожий принцип действия с приливной плотиной, отличаются лишь тем, что используют искусственные водоёмы.

Во всём мире существует не так уж и много приливных станций, в России же имеется лишь одно подобное сооружение – Кислогубская ПЭС, расположенная в губе Кислая Баренцева моря, вблизи поселка Ура-Губа Мурманской области. Она была построена в 1968 году по проекту института «Гидропроект», главным инженером проекта и строительства был советский инженер-гидротехник, капитан 1-го ранга, доктор технических наук, академик – Лев Борисович Бернштейн. В 2006 году она была модернизирована, путём присоединения нового наплавного блока, что способствовало увеличению мощности станции до 1,7 МВт и коэффициента полезного действия генератора до 70 % [2]. Это гидросооружение является экспериментальным, главная его цель – изучение данного вида энергетики, разработка путей его использования и испытания на нем новых конструктивных технологий.

В СССР были определены ещё несколько перспективных мест, для возведения подобных, но гораздо более мощных сооружений. Так, был разработан проект Мезенской ПЭС, которая должна была разместиться в Мезенском заливе Белого моря, её проектная мощность 8 ГВт. Также существуют проекты по возведению Тугурской ПЭС, которая совместно с Бурейской и другими ГЭС дала бы поток гарантированной мощности не только для Дальневосточного региона, но и для экспорта, Пинежской ПЭС мощность которой могла бы составить от 21 до 87 ГВт энергии, и ряд других станций [3].

Других подобные крупные объекты можно увидеть в странах Северной Америки, Европы и Азии. Наиболее крупной считается ПЭС «Shihwa» в Южной Корее, с мощностью 254 МВт. Самой крупной проектируемой станцией, является приливная станция в Великобритании, с проектной

мощностью 8,6 ГВт. При этом испытываются новые технологии и конструкции, существует ряд установок находящихся на испытательной стадии перед запуском их в дальнейшее производство. Всё это говорит о том, что в перспективе данный вид энергии имеет хороший потенциал и его не стоит списывать со счетов [4].

Для более углубленного изучения работы приливной электростанции нами была собрана действующая модель, за основу которой мы взяли ПЭС выполненную по типу приливной плотины.

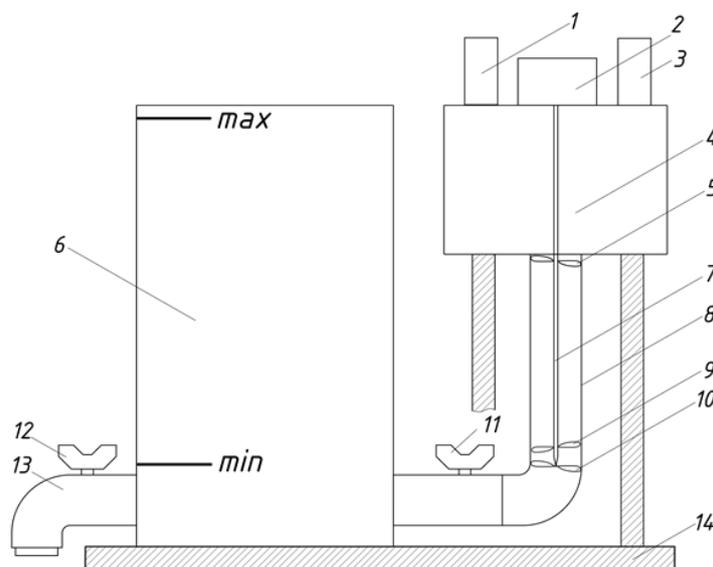


Рис. 1. Схема макета приливной электрической станции плотинного типа:

1 – нагрузка; 2 – генератор постоянного тока; 3 – аккумуляторная батарея; 4 – «бассейн»; 5 – верхняя направляющая потока воды; 6 – «море»; 7 – вал; 8 – желоб для водного потока; 9 – лопасть вала генератора; 10 – нижняя направляющая потока воды; 11 – шлюз; 12 – шлюз сливного крана; 13 – сливной кран; 14 – основание макета.

Для оптимальной работы схемы необходимо было смоделировать систему приливов и отливов. Для этого требуется следующая последовательность действий. Ёмкость, выполняющая роль моря, заливается до максимальной высоты (высоты прилива), показанной на рис. 1. При этом шлюз, установленный в желобе для водного потока, остаётся закрытым и открывается только после её заполнения. Вода начинает перетекать по желобу во вторую ёмкость, выполняющую роль бассейна из-за созданной разности уровней воды. При этом следует поддерживать постоянный уровень прилива, делать это можно при помощи дополнительного груза. Водный поток создаёт давление на лопасти винта, закреплённого на валу генератора, из-за чего он начинает вращаться, вращая вал генератора. Генератор вырабатывает энергию, которая заряжает аккумулятор, включённый в схему. От этого аккумулятора питается остальная нагрузка, роль которой выполняет светодиод. Во время зарядки аккумулятора, батарея не мо-

жет питать нагрузку, поэтому, когда вал начинает вращаться, светодиод перестаёт светиться. После остановки вала генератора, когда уровни воды в ёмкостях сравниваются, светодиод загорается. Закрываем шлюз жёлоба для водного потока и открываем шлюз сливного крана, снижая тем самым уровень воды до минимального (уровень отлива). Далее при открытом шлюзе сливного крана открываем шлюз жёлоба для водного потока. Вал генератора вновь начинает вращение, диод гаснет. После того как уровни воды в емкостях сравниваются и вал остановит вращение, диод вновь загорается. На этом завершается полный цикл прилива и отлива.

Собранная модель получила довольно простую конструкцию. На её примере можно наглядно изучить основной принцип работы данного типа ПЭС, произвести расчёты приливного потенциала бассейна, рассчитать параметры электрической цепи. Возможна дальнейшая разработка проекта данной модели. Недостатками данного проекта являются: неудобство демонстрации, связанное с необходимостью перелива воды и малая мощность при достаточно больших габаритах.

Подводя итоги, отметим достоинства и недостатки ПЭС. Главный плюс – экологичность, они не производят вредных выбросов в атмосферу, не влияют на тепловой баланс окружающей среды. При постройке данных сооружений не требуется отторжение территорий земли под искусственные бассейны, как при постройке ГЭС. Выход из строя подобных сооружений не повлечёт за собой катастроф, затоплений территорий. Энергия, вырабатываемая на этих станциях, является недорогой [5].

К недостаткам ПЭС в первую очередь следует отнести непостоянную выработку электрической энергии, которая связана с цикличностью приливов и отливов, время одного такого цикла в среднем занимает от 4 до 5 часов, после чего следует пассивная фаза. Ещё один существенный минус – место для строительства должно быть с высоким уровнем прилива. Агрессивная среда морской воды, вызывающая повышенную коррозию металлов тоже существенный недостаток. Кроме того данное сооружение будет достаточно долго окупаться, поскольку строительство станции довольно дорогой процесс.

Несмотря на все недостатки, это направление является достаточно перспективным в комбинации с другими источниками энергии. Энергия вырабатываемая на данных станциях является дешёвой, так как она не требует затрат на использование какого-либо топлива, а это в скором времени может стать достаточно важным фактором. Помимо этого, если рассматривать другие источники альтернативной энергии, такие как ветровые установки и солнечные батареи, то ПЭС будет работать всегда, пусть и циклично, поскольку она не зависима от таких факторов как облачность и безветренная погода.

## Список литературы

1. Приливные электростанции: принцип работы и типы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/gidro/prilivnye-elektrostantsii-princip-raboty-i-tipu.html> (дата обращения 20.03.2020).
2. Экспериментальный наплавной модуль-блок Малой Мезенской ПЭС спущен на воду. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rushydro.ru/press/news/26095.html> (дата обращения 20.03.2020).
3. Л.Н. Берштейн, В.Н. Силаков, С.Л. Гельфер и др. Приливные электростанции. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 269 с.: ил. – С. 5.
4. Кислогубская ПЭС – удачное местоположение для высокой эффективности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenomak.ru/ekologicheskie-problemy/kislogubskaya-pes-udachnoe-mestopolozhenie-dlya-vysokoj-effektivnosti.html>
5. И.Н. Усачев, Ю.Б. Шполянский, Б.Л. Историк. Вторая очередь Кислогубской ПЭС с отечественным гидроагрегатом для приливных электростанций. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20160304223143/http://www.rcree.ru/files/kudr/KislogubskajaPES.pdf> (дата обращения 20.03.2020).

### **Петрова А.И.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий, [yakovleva.ai@edu.narfu.ru](mailto:yakovleva.ai@edu.narfu.ru)  
научный руководитель: Коптев С.В., д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой лесоводства и лесоустройства

## **ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ЛЕСНОЙ БИОМАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС, МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ, АЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

В настоящее время большое количество доступной лесной биомассы не используется. В основном это остатки древесных отходов. Они не являются частью древесины, с точки зрения качества, подходящего для использования в деревообрабатывающей промышленности. К примеру, такие остатки как: верхушка деревьев, ветки и ветви, хвоя.

Для того чтобы рассматривать лесную биомассу как реальный продукт для вторичной переработки, крайне важно получить точные данные ее запасов. Для получения таких данных необходимо интегрировать в полевые исследования также и геоинформационные системы. Расчет запасов биомассы с использованием лидарных данных в сочетании с мультиспектральной камерой и аллометрическими уравнениями являются достаточно эффективными. Эта статья посвящена использованию современных инструментов для оценки запасов лесной биомассы с использованием ГИС.

Использование современных методов, которые сочетают в себе LiDAR, показатели индекса NDVI (который вычисляется с помощью мультиспектральной камеры) являются необходимыми, так как позволяют дополнить предыдущие исследования по оценке лесной биомассы, и повысить точность расчетов. Использование лидарных датчиков на борту самолетов, известных как бортовое лазерное сканирование является лучшим вариантом для учета биомассы, применяемого отдельно или в сочетании с другими активными или пассивными датчиками.

Для успешного решения задач расчета оценки запасов биомассы, необходимо обобщить всю имеющуюся информацию и разработать аллометрические уравнения, наилучшим образом описывающие зависимость параметров биопродуктивности от наиболее типичных и простых таксационных показателей деревьев или древостоев. Например, от таких показателей, как диаметр и высота. Также необходимо учесть связи морфометрических параметров с учетом региональных особенностей для различных древесных пород. Аллометрическая функция может отображать зависимость размерных характеристик не только одного параметра от другого, но и также зависимость от двух или трех других параметров, что несколько усложняет ее вид.

Комбинированный метод, используемый для слияния данных, был основан на обратной проекции, что обеспечивает идеальное совпадение между обоими наборами данных. Результаты представляют собой оценки для каждого из семи различных компонентов биомассы: надземной, подземной, стволовой древесины, хвои и крупных, средних и мелких ветвей. В исследовании A. Hernando точность моделей варьировала между значениями  $R^2$  от 0,46 до 0,67; RMSE % в диапазоне от 15,72 % до 35,43 % [1]. Модели в этом исследовании подходят для оценки биомассы и демонстрируют, что расчет возможен в мелком масштабе для различных компонентов биомассы. Эти методы дистанционного зондирования достаточно точны для разработки картографии ресурсов биомассы для вторичного использования лесной биомассы. В исследованиях рассматривались различные аспекты использования биомассы лесных отходов для производства энергии.

Лесные кадастры не содержат информации о компонентах древесной биомассы и точном пространственном расположении этих ресурсов. Соответственно нет никаких данных о запасе и количестве биомассы для вторичного использования. В большинстве случаев отходы лесопользования, образующиеся в результате рубок спелых насаждений и рубок ухода, не используются ни для каких целей, и, соответственно, не включаются в текущие кадастры.

Совместное использование адекватных аллометрических уравнений, слияния данных обратной проекции и большинства аналогичных методов обеспечивает точную оценку с использованием современных инструмен-

тов. Применяемые методы представляют собой полезный инструмент для оценки данных о наличии лесной биомассы и ее пространственном распределении в тех случаях, когда требуется более подробная информация о различных компонентах.

Стоит отметить, что оценка отдельных компонентов лесной биомассы обеспечивает лесоведам большую гибкость в принятии решений, поскольку не все компоненты рассматриваются с одной и той же целью, в зависимости от качества древесины и рыночных цен. В будущем исследовании планируется ввести новую основу для прогнозирования биомассы, основанную на комбинации бортовых лидарных и мультиспектральных камер, используя передовые методы синтеза датчиков, которые минимизируют шум и потерю информации.

### Список литературы

1. Hernando, L. Puerto, B. Mola-Yudego and J. a Manzanera , Estimation of forest biomass components using airborne LiDAR and multispectral sensors. I Forest. Vol.12 207–213.
2. N. Muluken Integrating Airborne LiDAR and Terrestrial Laser Scanner forest parameters for accurate above-ground biomass/carbon estimation in Ayer Hitam tropical forest, Malaysia. Int J Appl Earth Obs Geoinformation. 638-652, 2018

#### **Подосенов М.С.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [mehhi@yandex.ru](mailto:mehhi@yandex.ru)

научный руководитель: Ипатова Ю.Л., канд. полит. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ**

Отличительными особенностями современного мира от прошлых этапов развития человеческого общества являются повсеместное использование и развитие информационных технологий. Информационная технология представляет собой процесс сбора, обработки и обмена информацией, результатом которого является получение качественно новой информации об явлении, событии или объекте. Цель применения информационных технологий – предоставление результирующей информации человеку для проведения аналитической деятельности и принятия решения в предметной области. Кульминационным этапом развития информационных технологий стало создание компьютерных сетей. В результате объ-

единения локальных сетей в одну глобальную, стали возможны передача и обработка разных видов информации независимо от географического положения субъекта, его временных и материальных ограничений.

Появление глобальной сети относят к периоду 1960–1970 годов. Изначально принципы работы сети Интернет были реализованы в закрытой сети ARPANET в 1969 году [1]. В свою очередь на основе ARPANET Национальным научным фондом США была спроектирована открытая сеть NSFNET. Через несколько лет сеть стала использоваться на коммерческой основе и появилось понятие Интернет. Это глобальная компьютерная сеть, включающая в себя общественные, государственные и другие локальные сети. Обмен информацией осуществляется на основе единых протоколов и систем адресации.

Информационные технологии, в частности Интернет, – глобальные явления, в настоящее время используемые человеком в большинстве сфер деятельности, в том числе и в политике. Эффективным способом создания и последующего поддержания политического образа для политика является присутствие в информационной среде. В традиционной психологии понятие образа определяется так: «Образ – это совокупность индивидуальных особенностей личности, получивших свое отражение в восприятии окружающих»[2].

Политический образ – уложившийся в общественном сознании образ человека, осуществляющего деятельность по изменению или сохранению общества с помощью власти. Образа политика может сформироваться пассивно, в виде общественного мнения о человеке, его характере и поступках. Также возможно активное создание образа с применением психологических и социологических методов воздействия и тщательно проработанной стратегией.

В процессе формирования образа политика могут быть использованы информационные технологии. Их применение в следующих областях может увеличить эффективность всего процесса в целом и снизить издержки его производства:

- изучение потенциального электората, выделение и анализ присущих ему свойств и характеристик;
- формирование и создание отдельных аспектов политического образа;
- проведение политических рекламных кампаний;
- наблюдение и анализ деятельности политических конкурентов;
- последующие сопровождение и коррекция политического образа;

Весь процесс создания и сохранения политического образа является постоянным и непрерывным и продолжается в течение присутствия политического деятеля в политической сфере. В ходе процесса необходимо применять различные методы и технологии, такой подход позволяет политику быть более гибким, конкурентоспособным и при необходимости

адаптироваться к изменяющимся условиям. В результате, влияние политика становится шире и политический образ глубже откладывается в общественном мнении.

Глобальная сеть Интернет в настоящее время представляет собой площадку для проведения избирательных кампаний. В качестве инструмента, политическими деятелями или партиями используются веб-сайты. Они предоставляют дополнительные возможности для привлечения избирателей, распространения политических программ и идей, осуществления прямой коммуникации между избирателями и политическими кандидатами. Также возможно их применение и во внутренней деятельности политической системы, например, для осуществления связи между членами штаба или команды политика. Возможны и негативные эффекты. К примеру, веб-сайты могут использоваться конкурентами для антирекламных действий и откровенной дезинформации, что влечет за собой снижение политического влияния.

Одной из разновидностей веб-сайтов используемых политиками являются социальные сети. В данном случае политический деятель избавляется от необходимости самостоятельно обеспечивать техническую сторону сопровождения веб-сайта. Ведение социальных сетей способствует повышению узнаваемости политика, быстрому обмену информацией, с помощью них можно выйти к «своей» аудитории, подобрав для каждой из них конкретную мотивацию[3].

В политических процессах использование информационных технологий в сравнении с традиционными методами, например СМИ, имеет ряд преимуществ. Информационные технологии позволяют снизить затраты на осуществление коммуникации с электоратом. Использование глобальной сети Интернет значительно увеличивает масштабы любой публичной кампании и позволяет в короткие сроки в несколько раз усилить политическое влияние.

### Список литературы

1. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Информационные технологии: теоретические основы: Учебное пособие./ 2-е изд. СПб.: Лань, 2017. С. 213–214.
2. Гармонова А.Н. Политический имидж. К теории вопроса // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: социально-гуманитарные науки. 2013. № 1. С. 124–132.
3. Власова К.В., Чирун С.Н. Социальные сети как один из инструментов формирования и продвижения имиджа политика: на примере С.Е. Цивилёва // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2019. Т. 4. № 2. С. 176–183. doi: 10.21306/2500-3372-2019-4-2-176-183

**Полосков К.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [poloskovcg@gmail.com](mailto:poloskovcg@gmail.com)

Научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## **ПОСТРОЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАРОТАЖНЫХ ДИАГРАММ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ**

### **Введение**

В последнее время все более популярными становятся нейронные сети – математические модели (и их программное воплощение), принцип работы которых похож на биологические нейронные сети, где каждый нейрон получает входные сигналы от своих дендритов и производит выходные сигналы вдоль своего аксона. В конечном итоге аксон разветвляется и соединяется через синапсы с дендритами других нейронов. В вычислительной модели нейрона сигналы, которые распространяются вдоль аксонов (например,  $x_0$ ), мультипликативно взаимодействуют (например,  $w_0x_0$ ) с дендритами другого нейрона на основе синаптической силы в этом синапсе (например,  $w_0$ ). Идея состоит в том, что синаптические силы (веса  $w$ ) являются обучаемыми и контролируют силу влияния одного нейрона на другой.

Такие нейронные сети могут решать широкий спектр задач: прогнозирование, распознавание образов, управление и другие. Также нейронные сети являются универсальными аппроксиматорами, с помощью которых можно аппроксимировать сколь угодно точно непрерывные функции многих переменных [1].

Это свойство можно использовать для прогнозирования каротажных диаграмм для скважины, например, нефтяного месторождения, зная данные соседних скважин.

### **Данные каротажа и их представление**

Были взяты реальные данные каротажа 23 скважин нефтяного месторождения. Данные представлены файлами из программы Petrel в формате LAS и включают в себя значения различных каротажей при заданной глубине, например таких как GK – гамма-каротаж, диаграммы которого мы и будем прогнозировать с помощью нейронной сети.

Но при этом неважно, какой именно каротаж брать, важна лишь зависимость между входными данными и выходными. Именно поэтому нельзя использовать глубину, как входные данные, так как полученный каротаж зависит не от глубины, а от координаты точки в исследуемом пласте.

После проецирования глубины на имеющиеся данные инклинометрии после интерполяции, были получены координаты в трехмерном пространстве (рис. 1. Синим цветом обозначены координаты инклинометрии,

оранжевым – координаты инклинометрии после интерполяции, зеленым – интервал каротажа).

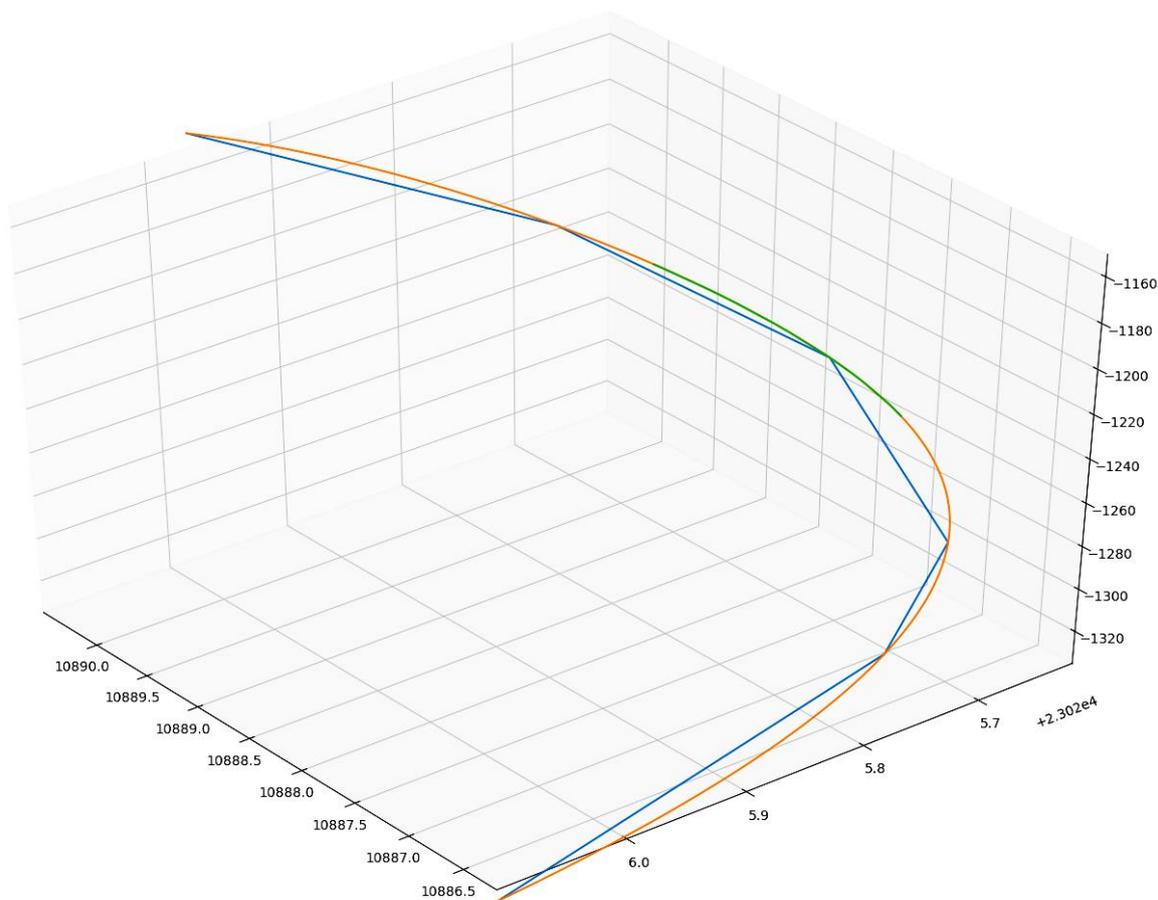


Рис. 1. Координаты каротажа в пласте

### Нейронная сеть

Для прогнозирования каротажных диаграмм было решено использовать двухслойную нейронную сеть (или с одним скрытым слоем), также в некоторых источниках – перцептрон [2]. Функцией активации нейрона была выбрана сигмоида, так как она дала лучшие результаты в ходе обучения. Альтернативой рассматривалась функция ReLU (Rectified Linear Unit). Модель можно описать математическим выражением  $y = w_2 / (1 + \exp(-w_1 x))$ , где  $w_1$ ,  $w_2$  – матрицы весов,  $x$ ,  $y$  – входные и выходные данные соответственно.

Модель принимает на вход матрицу, в которой каждая строка это координаты точек в трехмерном пространстве. Выходные данные – матрица с спрогнозированными значениями каротажа, соответствующими точке пространства. То есть, если мы имеем данные каротажа  $N$  скважин в  $M$  точках пространства, то на входе будет матрица размером  $(N, M \times 3)$ , а на выходе –  $(N, M)$ .

Между спрогнозированными данными и реальными вычисляется среднеквадратическая ошибка. Далее вычисляется градиент для обновле-

ния матриц весов методом обратного распространения ошибки и обновляются веса. Вычисление градиента оптимизировано алгоритмом Adam [3].

Таким образом, через многократное повторение описанного выше цикла нейронная сеть обучается и минимизирует ошибку между реальными и спрогнозированными данными.

Для построения и реализации модели нейронной сети использовался фреймворк Pytorch на языке Python.

### Обучение нейронной сети

Для минимизации вычислительных затрат было решено обучить сеть на выборке из данных по 4 скважинам, расположенных на углах неравного четырехугольника, и протестировать ее на скважине, которая находится в центре этого четырехугольника.

Также количество данных по всем скважинам были отмасштабировано до единого значения (рис. 2. Синим цветом показана каротажная диаграмма до масштабирования, оранжевым – после). После этого входная и выходная матрицы стали иметь размеры (4, 300) и (4, 100) соответственно.

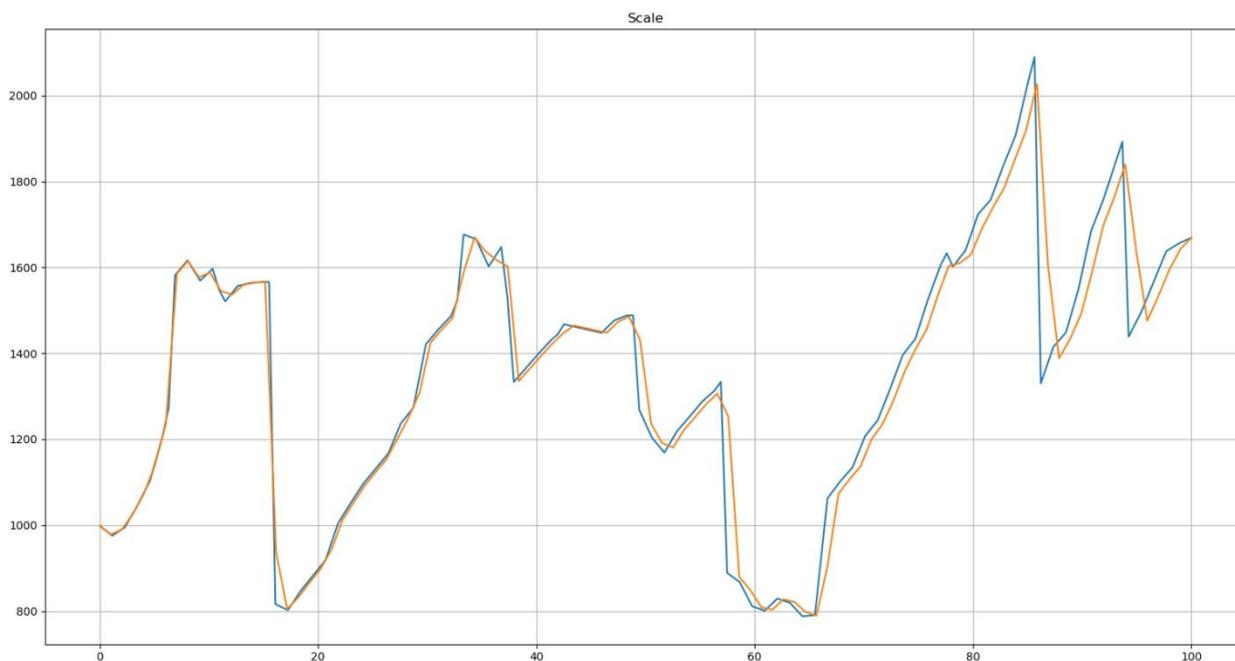
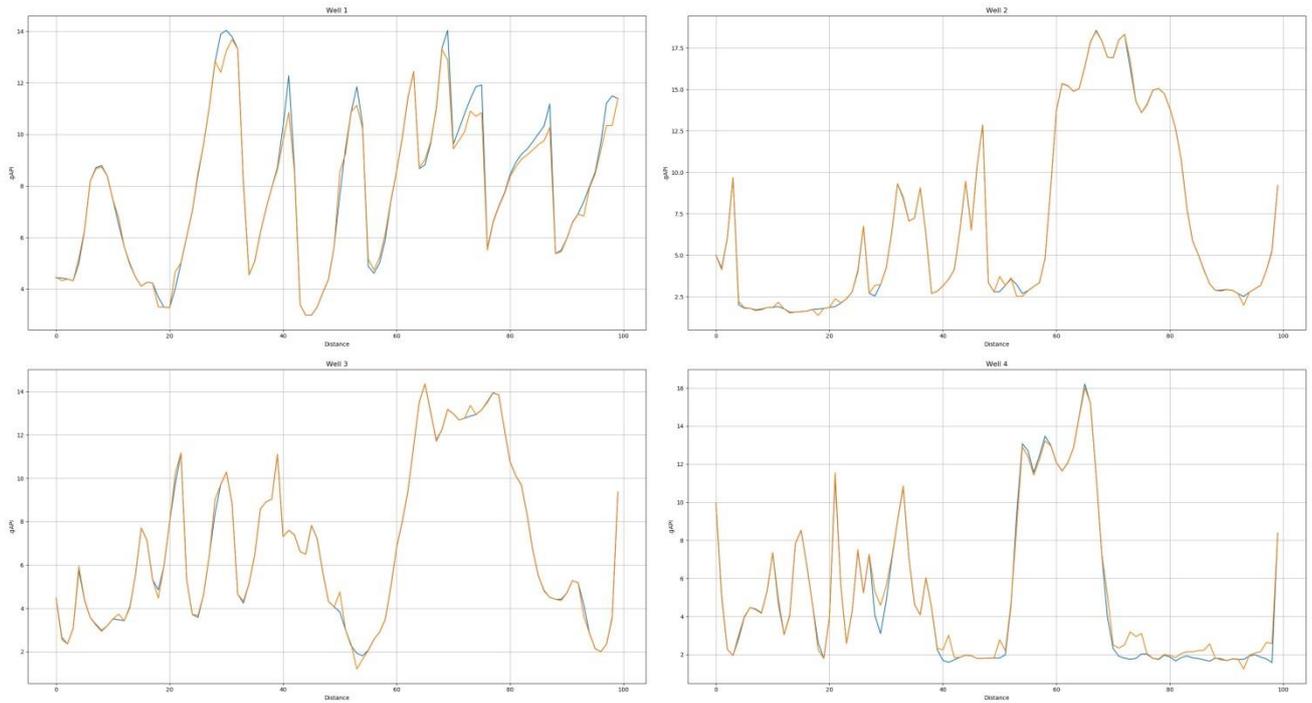


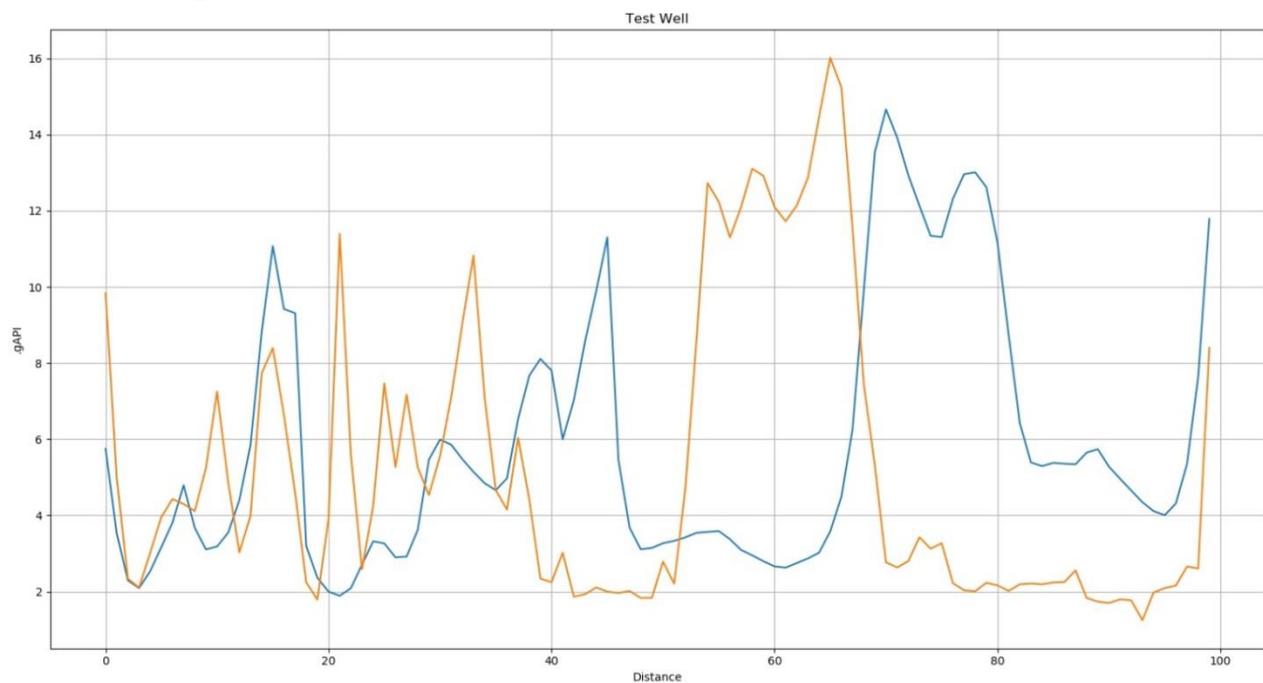
Рис. 2. Каротажная диаграмма до и после масштабирования

В ходе обучения удалось минимизировать среднеквадратичную ошибку до значения 38,6. Для наглядной демонстрации на рис. 3 изображены реальные и спрогнозированные каротажные диаграммы скважин из обучающей выборки. Синим цветом показана реальная каротажная диаграмма, оранжевым – спрогнозированная. Как видно по диаграммам нейронная сеть с достаточной точностью аппроксимировала данные каротажа.



*Рис. 3.* Реальные и спрогнозированные каротажные диаграммы скважин обучающей выборки

Спрогнозированная каротажная диаграмма тестовой скважины представлена на рис. 4.



*Рис. 4.* Реальные и спрогнозированные каротажные диаграммы тестовой скважины

## **Заключение**

Факт того, что нейронные сети могут аппроксимировать практически любую функцию, обуславливает их успешное применение в широком спектре задач в различных отраслях. Нейронные сети действительно мощный инструмент, позволяющий решать сложные задачи. Нейронные сети активно начинают использовать и уже используют некоторые компании в отрасли нефти и газа.

## **Список литературы**

1. Гелиздра В.И., Бабаев Ш.Б. Нейронные сети и аппроксимация данных. [Электронный ресурс] // Научная Электронная Библиотека «Киберленинка», журн. «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-i-approksimatsiya-dannyh> (дата обращения: 20.03.2020).
2. Лезина И.В., Краснов А.Е.. Исследование идентифицирующих свойств нечеткого многослойного персептрона. [Электронный ресурс] // Научная Электронная Библиотека «Киберленинка», журн. «Известия Самарского научного центра Российской академии наук», 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-identifitsiruyuschih-svoystv-nechetkogo-mnogosloynogo-perseptrona> (дата обращения: 20.03.2020).
3. Kingma D., Ba J.. Adam: A Method for Stochastic Optimization. [Электронный ресурс] // Published as a conference paper at the 3rd International Conference for Learning Representations, San Diego, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.6980> (дата обращения: 20.03.2020).

### **Поникаровская Н.А.**

магистрант Высшей школы естественных наук и технологий, [ponikarovskaya.n@gmail.com](mailto:ponikarovskaya.n@gmail.com)

Научный руководитель: Никитина М.В., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры химии и химической экологии

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ САПОНИТА НА ВЫРАЩИВАНИЕ ОВСА В МОДЕЛЬНОМ ОПЫТЕ**

### **Введение**

Важной экологической проблемой в Архангельской области является утилизация большого количества хвостов глинистого минерала, образующихся в ходе разработки алмазных месторождений [1].

Породы, которые разрабатывают для добычи алмазов в Архангельской области, представлены бентонитовыми глинами (бентонитами). К

бентонитам относят тонкодисперсные глины, состоящие более чем на 70 % из минералов группы смектитов (монтмориллонита, бейделлита, нонтронита, сапонита и гекторита). Их отличительными свойствами являются высокая связующая способность, термоустойчивость, а также адсорбционная и каталитическая активность [2]. Глинистые породы располагаются в приповерхностной части земной коры. Их достаточно большое количество и они дешёвы, по сравнению с другим минеральным сырьём. Предполагают, что глинистые минералы, такие как смектиты (монтмориллонит, сапонит и др.) и их модифицированные продукты будут признаны материалами 21-ого столетия [3].

Насчитывается более 200 областей применения данного минерала. В том числе сапонит, входящий в состав бентонита используется как подкормка и минеральное удобрение в сельском хозяйстве [4]. Данная глина обладает совокупностью качеств, благодаря которым её применение способствует значительному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Имеется положительный опыт использования бентонита на чернозёме южном в северных районах Ростовской области [5].

Поэтому, цель данного исследования – в модельном опыте определить влияние сапонита при внесении его в качестве мелиоранта и удобрения на выращивание овса.

### **Методика эксперимента**

При постановке модельного опыта использовали почву из луговой экосистемы Приморского района, которая не подвержена влиянию антропогенных факторов. Почву просеивали через сито с диаметром круглых отверстий 2 мм. Затем вносили удобрение – нитрофоску в количестве 5 г/1 кг, которую предварительно растирали в ступке для лучшего растворения. При проведении опыта влажность почвы, которая определялась по ГОСТ 28268-89, составила  $4,3 \pm 0,37$  %, плотность сложения по ГОСТ Р 53764-2009 –  $1,2 \pm 0,06$  г/см<sup>3</sup>. Для поддержания влажности почвы 20 % от полной влагоёмкости, вносили 170 мг/кг воды.

Сапонит вносили в заданных концентрациях: 12 т/га, 9 т/га, 7 т/га, 4 т/га к почве массой 2 кг. Применяли суспензию сапонита, которая была забрана в хвостохранилище (прудовая зона) ООО «Севералмаз». Содержание сапонита в пересчете на сухое вещество (11,23 %) учитывалось при определении дозы внесения сапонита в почву, согласно вариантам, представленным выше. Далее образцы почвы тщательно перемешивали и слегка уплотняли.

Эксперимент проводился в 4-кратной повторности. В качестве контрольных образцов использовали 4 повторности без внесения сапонита и с добавлением удобрения и 2 без сапонита и удобрения.

Семена овса высевали на глубину заделки 3-4 см. Предварительно определяли всхожесть по ГОСТ 12038-84, которая составила 70 %. Исходя из этого, определили норму высева – 16 семян на почву весом 2 кг и площадью 0,02 м<sup>2</sup>. После посева производилось уплотнение почвы путём прихлопывания. Полив и рыхление почвы осуществлялся 2 раза в неделю. Пробоотбор для анализа биомассы растений проводили на 3 неделе эксперимента. Растения предварительно извлекали из коробочек, промывали от остаточной земли. Стебли и корни доводили до постоянной массы при 105 °С в сушильном шкафу, охлаждали в эксикаторе и взвешивали на аналитических весах. Масса считалась постоянной при разнице не более 0,5 % между первым и повторным взвешиваниями высушенной и охлаждённой пробы.

Также в образцах почвы до и после проведения модельного опыта определялось содержание калия (в пересчете на K<sub>2</sub>O) по ГОСТ Р 54650-2011 и азота по ГОСТ 26488-85 (в пересчете на NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) на базе лаборатории САС «Архангельская».

Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами с применением MS Excel и SPSS Statistics. Достоверность различий средних величин оценивалась по критериям U-критерий Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса. Различия для всех приведённых анализов считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и их обсуждение

Статистический анализ данных, которые представлены на рис. 1, показал отсутствие значимых различий в массе образцов овса, выращенного с добавлением сапонита и удобрения и одного удобрения. То есть добавление сапонита не влияет на увеличение или уменьшение биомассы.

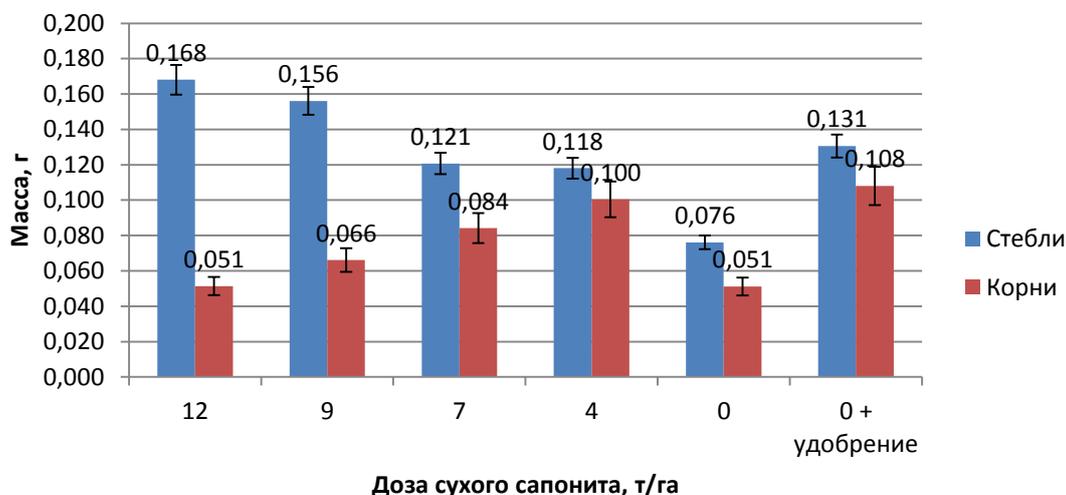


Рис. 1. Биомасса овса

Однако обнаружены статистически значимые различия между образцами стеблей, выращенных в почве с содержанием удобрения и сапонита и в почве без обработки, что, по-видимому, обусловлено влиянием удобрения. Статистическая разница в массе между образцами корней отсутствует.

Данные по содержанию подвижных форм калия и азота в почве до посева и после выращивания овса представлены на рис. 2.

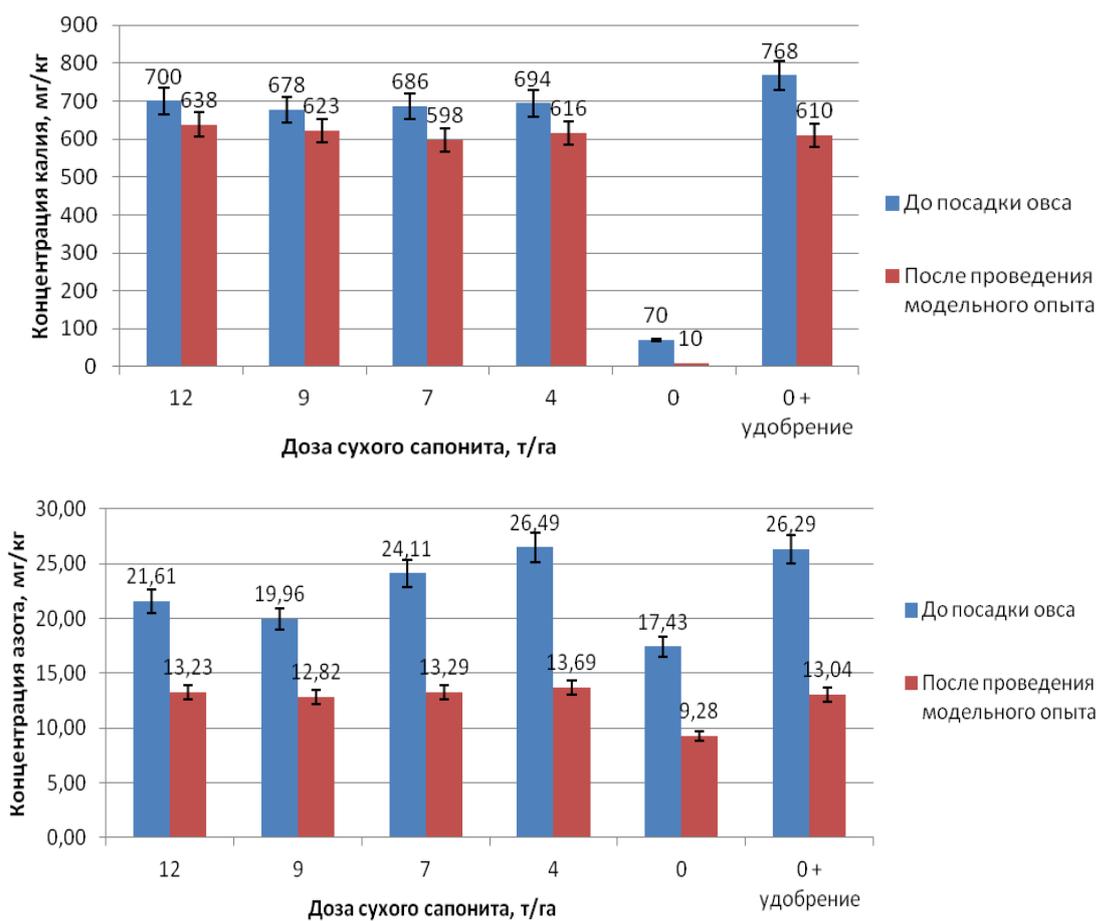


Рис. 2. Концентрации азота и калия в почве

Анализ данных показал, что содержание калия и азота в почве после проведения модельного опыта снизилось. В опыте с сапонитом для калия это снижение составило в среднем 8–12 % , а для азота – 35–48 %. В образцах без сапонита вынос элементов более значительный – 20–70 % для калия и 47–50 % для азота. Можно предположить, что сапонит препятствует выносу элементов питания из почвы, особенно это прослеживается для подвижного калия.

## Выводы

По результатам исследования можно сделать вывод, что сапонит не влияет на увеличение биомассы высаженного овса. Можно отметить, что

внесение сапонита, в концентрациях от 4 до 12 т/га с нитрофоской, не снижает биомассу образцов и не нейтрализует удобрение. При этом наличие сапонита в этих концентрациях препятствует выносу подвижных форм азота и особенно калия из почвы при выращивании овса.

### Список литературы

1. Наквасина Е.Н., Земцовская О.Н., Денисова А.И. Влияние сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов на свойства торфяных субстратов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. «Естественные науки». 2015. № 2. С. 65–72.
2. Белоусов П.Е., Бочарникова Ю.И., Боева Н.М. Аналитические методы диагностики минерального состава бентонитовых глин // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. «Инженерные исследования». 2015. № 4. С. 94–101.
3. Шинкарев А.А. (мл), Шинкарев А.А., Руселик Е.С., Старшинова В.Л., Абдуллин И.Ш. Окислительная деструкция сингенетического органического вещества бентонитоподобных глин пероксидом водорода и гипохлоритом натрия // Вестник технологического университета. 2014. № 13. С. 91–95.
4. Васильянова. Л.С., Бентониты в экологии // Новости науки КАЗАХСТАНА. 2016. № 3. С. 70–101.
5. Агафонов Е.В., Хованский М.В., Влияние бентонита на повышение плодородия чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2014. № 5. С. 597.

#### **Попов А.Ю.**

студент Высшей инженерной школы, [aleksey22popov91@yandex.ru](mailto:aleksey22popov91@yandex.ru)

Научный руководитель: Цехмистрова Т.Е., старший преподаватель транспортно-технологических машин, оборудования и логистики

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПО УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК**

В данной статье рассматривается экологическая и экономическая необходимость переработки автомобильных шин. Для минимизации числа использованных покрышек на свалках и территориях города в статье представлена концепция мобильного комплекса первичной переработки резинотехнических изделий и изношенных автомобильных шин, при этом произведен расчёт экономической составляющей проекта по утилизации шин.

Утилизации изношенных автомобильных шин во всех странах является серьезной экономической и экологической проблемой. Из опубликованных источников известно, что в России зарегистрировано предположительно 60,5 млн. легковых автомобилей. Если учесть коммерческий и спецтранспорт, то в РФ по самым скромным расчетам эксплуатируется

более 295 млн. шин. Количество вышедших из эксплуатации и хранящиеся на полигонах автомобильных покрышек – неизвестно.

С каждым годом актуальность решения вопроса об использовании и переработки изношенных шин, только возрастает [1].

В связи с растущими потребностями в природных ресурсах и их ограниченности, можно сказать о колоссальном экономическом значении рециклинга бывших в употреблении автомобильных шин и резиновых изделий. Соответственно резиновые отходы и изношенные автошины являются альтернативой натуральных резервов. К тому же, устранение хранящихся на свалках покрышек, даст возможность освободить участки занимаемых ими земель.

Рассмотрим экономическую составляющую проекта по утилизации шин.

Концептуальная модель относится к утилизации резинотехнических отходов и изношенных автомобильных покрышек и предназначена для размещения в пунктах накопления вторичного сырья, а также для сбора и последующей конверсии в пунктах с плохо развитой перерабатывающей инфраструктурой.

Мобильный комплекс включает в себя: источник электропитания, загрузочный бункер, шредер предварительного измельчения, роторные дробилки окончательного измельчения, транспортирующие конвейеры, оборудования очистки резины от металлического и текстильного корда (рис. 1). Оборудование мобильного комплекса размещается на контейнерной платформе, а приводит в движение весь комплекс седельный тягач с крано-манипуляторным устройством.

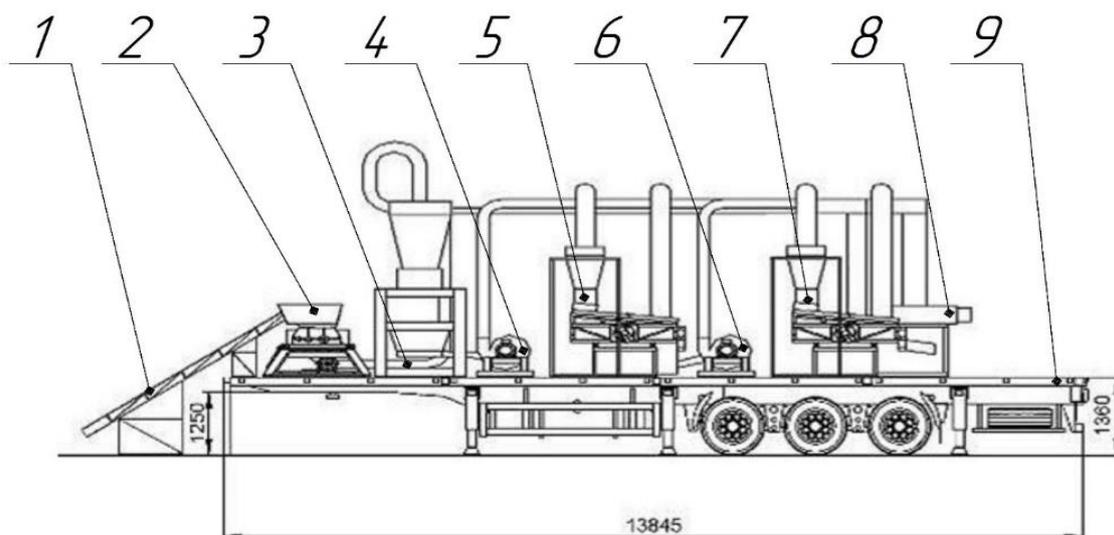


Рис.1. Оборудование мобильного комплекса: 1 – Транспортер; 2 – шредер; 3 – дефибратор металлического корда; 4 – первая роторная дробилка; 5 – первое вибросито; 6 – вторая роторная дробилка; 7 – второе вибросито; 8 – вентилятор высокого давления; 9 – контейнерная платформа

Комплекс снабжен конвейерным устройством для транспортировки автомобильных покрышек до шредерной установки. Шредер перемалывает цельные автомобильные шины до необходимой фракций, а транспортирующие устройства распределяют сырье для дальнейшей сепарации [2].

Произвести точный расчет стоимости предлагаемого экологически безопасного мобильного комплекса по утилизации автомобильных покрышек не представляется возможным, ввиду необходимости детального уточнения комплектаций и конечной стоимости всех агрегатов у компании производителей. Поэтому расчет является приблизительным, с возможностью корректировки некоторых значений и пунктов (табл. 1).

Таблица 1

Потребность оборудования входящего в комплекс

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Количество, шт	Стоимость, руб.
Конвейер загрузочный	3,0	1	265000
«Шредер» грубого измельчения	30,0	1	1800000
Дефибратор металлического корда	5,0	1	300000
Вентилятор высокого давления	24,5	1	105000
Дробилка роторная	22,0	2	620000
Вибросито	2,0	2	240000
Циклон сборник (пылевой сборник)	-	2 (1)	80000 (60000)
Электрооборудование	-	2	250000
Металлоконструкции и газоподъемы	-	4	300000
Седельный тягач КамАЗ 53504 с КМУ	220,6	1	4750000
Грейферный захват	-	1	300000
Бортовой КамАЗ 65511-50	220,6	1	4000000
Контейнерная платформа	-	1	2500000
Дизельный генератор	100	1	600000
Контейнеры для материала	-	3	50000
Итого	627,7	26	16220000

Для открытия и организации предприятия, по утилизации автомобильных шин необходим заемный капитал. Для того чтобы просчитать нужную сумму для взятия кредита в банке, необходимо определить общую сумму инвестиционных затрат [3]. Расчет общей суммы капитальных вложений на открытие и необходимые текущие затраты на бесперебойное функционирование предприятия представлен в табл. 2

## Инвестиционные затраты

Наименование	Период, месяцев	Цена, в руб.	Стоимость, в руб.
1 Затраты по организации деятельности компании			
оплата государственной пошлины за регистрацию ООО	-	4000	6000
изготовление печати	-	1000	
открытие расчетного счета	-	1000	
2 Подготовка производственной площади			
аренда складской площади, 100 м <sup>2</sup>	1	20000	59000
аренда офисной площади, 10 м <sup>2</sup>	1	9000	
наладка системы пожароповещения и тушения, телефонизация, проведение интернета, охранная система	1	30000	
3 Подготовка к производству			
приобретение оборудования	1	16220000	16523000
доставка оборудования	1	200000	
монтаж оборудования	1	70000	
весы	1	10000	
мешкозашивочная машина	1	8000	
мешки, 5000 шт	1	15000	
4 Прочие расходы			
реклама	1	10000	190000
лицензия	1	180000	
Итого			16778000

Таким образом, объем инвестиций для открытия компании по утилизации автомобильных шин составляет 16778000 руб. Источником формирования инвестиционных затрат выступают заемный капитал. Для реализации проекта необходимо найти инвесторов либо же взять кредит.

Кредит оформляется по специальной инвестиционной программе сроком на 5 лет условно под 13 % годовых. Для определения ежемесячных платежей по кредиту необходимо рассчитать так называемый аннуитетный платёж, который включают в себя как сумму начисленных процентов за кредит, так и сумму основного долга [5].

Величина аннуитетного платежа определяется по следующей формуле:

$$A = S \cdot \frac{i \cdot (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}, \quad (1)$$

где  $A$  – ежемесячный платеж;  $S$  – сумма кредита;  $i$  – месячная процентная ставка по кредиту (равна годовой ставке деленной на 12 месяцев);  $n$  – количество периодов, в течение которых выплачивается кредит.

Таким образом, ежемесячный платеж при 13 % годовых с погашением кредита в течение 5 лет составит 381569 руб. Общая сумма кредитных платежей составит 22894142 руб. Переплата по кредиту составит 6124142 руб.

В деятельности любой организации возникают различного рода издержки. Предполагаемые затраты инвестиционного проекта отображены в табл. 3.

Таблица 3

Постоянные и переменные издержки

Наименование	Цена	Количество	Затраты за месяц, руб.	За год, руб.
Постоянные затраты				
Аренда складских помещений, м <sup>2</sup>	-	100	20000	240000
Аренда офисного помещения, м <sup>2</sup>	-	10	9000	108000
Охрана	-	-	1000	12000
ФОТ	-	-	1000008	12000096
Административные затраты (телефон, интернет)	-	-	3000	36000
Взносы во ВБФ (30 % от ФОТ)	-	-	300002,4	3600028,8
Затраты на канцелярию	-	-	1000	12000
Проценты по кредиту	-	-	381569	4578828
Реклама	-	-	8333,3	100000
Техническое обслуживание линии (замена масел, ножей)	-	-	2000	24000
Вывоз мусора	-	-	2000	24000
Итого постоянных			1727912,7	20734952,8
Переменные затраты				
Электроэнергия	4,91 руб./кВт	2000 кВт	9820	117840
Сырье	4 руб. за кг	176000	704000	8448000
Коммунальные платежи	-	-	10000	120000
Транспортные расходы	-	-	25000	300000
Затраты на тару	3	3520	10560	126720
Итого переменных			759380	9112560
Итого			2487292,7	29847512,8

Из табл. 3 видно, что уровень постоянных и переменных затрат относительно высок. Месячные постоянные затраты составляют 1727912,7 руб., а переменные затраты 759380 руб. Совокупные месячные и годовые затраты составляют 2487292,7 руб. и 29847512,8 руб. соответственно [4].

Объем производства на предприятии планируется постоянным. Предполагаемый объем выручки на предприятии будет изменяться только при изменении цены на получаемый продукт. Планируемый объем выручки по видам продукции представлен в табл. 4.

Планируемый объем выручки по годам

Наименование продукта	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год
Резиновая крошка	25344000	26611200	27878400	27878400	27878400	27878400
Металлический корд	2534400	2851200	3168000	3168000	3168000	3168000
Текстильный корд	1584000	1848000	1848000	1848000	1848000	1848000
Итого	29462400	31310400	32894400	32894400	32894400	32894400

По самым пессимистическим прогнозам, проект начнет приносить прибыль только на второй год реализации проекта (следует из табл. 3 и 4). С 2022 года проект будет приносить 1534182 руб., а за 2025 год уровень чистой прибыли достигнет 5655128 руб. в связи с тем, что на 5 год кредит для реализации проекта будет полностью оплачен.

Также анализируя полученные данные, можно сказать, что успешность проекта зависит от изменения цены на готовую продукцию. Именно этому фактору следует уделить особое внимание при реализации проекта.

Резюмируя все вышеописанное, можно сделать вывод, что проведенная оценка экономической целесообразности и эффективности открытия организации по утилизации автомобильных шин в городе Архангельске показала, что данный проект можно считать экономически и коммерчески привлекательным.

#### Список литературы

1. Третьяков О.Б. Воздействие шин на окружающую среду и человека / О.Б. Третьяков, В.А. Корнев, Л.В. Кривошеева // SciTecLibrary.ru. – 2001. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/949.html> (дата обращения: 09.02.2019).
2. Попов А.Ю. Мобильная установка по утилизации автомобильных шин // Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41372757> (дата обращения: 06.02.2020).
3. Бизнес по переработке шин [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://biznesideas.ru/biznes-plan/biznes-po-pererabotke-shin/> (дата обращения: 06.02.2020).
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс]: утв. 21.06.1999 Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ N ВК 477 (действ. ред. РФ 21.06.1999 N ВК 477). – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28224/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/), доступ СПС «Консультант плюс» (дата обращения: 06.02.2020).
5. Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» [Электронный ресурс]: утв. от 25.02.1999 N 39-ФЗ (действ. ред. от 02.08.2019) – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/), доступ СПС «Консультант плюс» (дата обращения: 06.02.2020).

**Попова А.А.**

аспирант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, popova.aa16@edu.narfu.ru

Научный руководитель: Василишин И.И., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

## ОБУЧЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕХВАТКИ ДАННЫХ

Глубокое обучение представляет собой класс методов машинного обучения, которые способны обнаруживать и изучать признаки непосредственно из данных и затем использовать их для решения задач [1]. Для этого методы глубокого обучения используют многослойную систему нелинейных фильтров. Данные представляются несколькими уровнями абстракции, при этом признаки более высокого уровня являются производными от признаков более низкого уровня. Изначально алгоритмы учатся видеть простые признаки, затем комбинируют их в признаки более высокого уровня, т.е. в более сложные формы, специфичные для данной задачи. Например, в случае распознавания видов животных исходные данные представляют собой матрицу пикселей. На первом уровне абстракции могут быть выявлены линии и кривые, второй уровень может определить расположения ребер, третий – различные части тела животного, а четвертый может распознать, содержит ли изображение животное. Далее эти высокоуровневые признаки передаются классификатору (рис. 1). Благодаря такому подходу могут быть автоматически выполнены задачи, способ решения которых зачастую не может быть четко алгоритмизирован, например, распознавание объектов на изображении, распознавание речи и т.д.

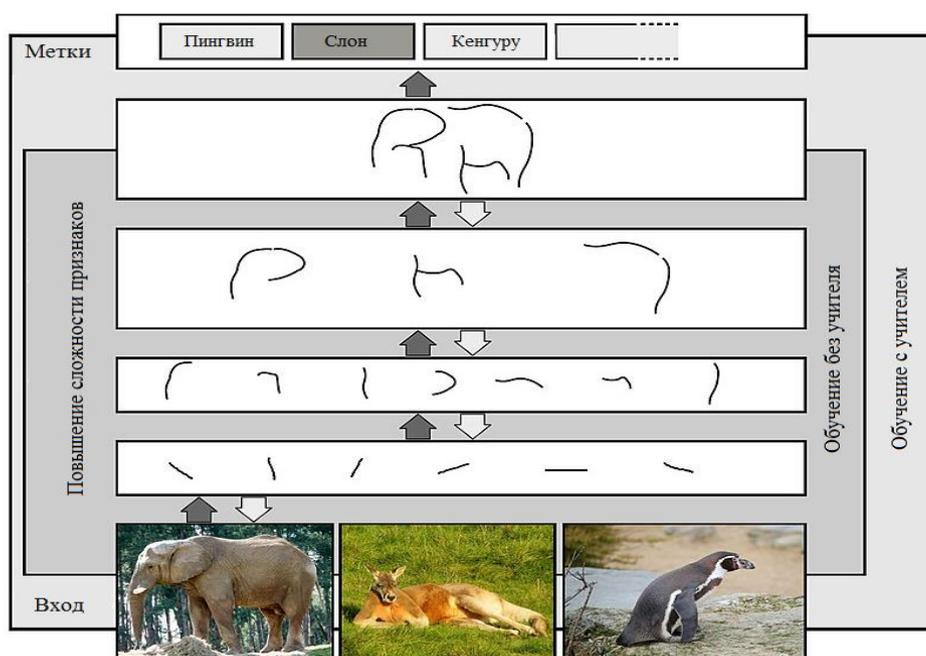


Рис. 1. Представление изображения на нескольких уровнях абстракции

К методам глубокого обучения относятся как алгоритмы обучения с учителем, так и методы неконтролируемого обучения. Это такие методы как ограниченная машина Больцмана, автокодировщик, глубокая сеть доверия, рекуррентные нейронные сети, рекурсивные нейронные сети и свёрточные нейронные сети [2]. Так как многие методы глубокого обучения основаны на использовании нейронных сетей, их часто называют глубокими нейронными сетями. Термин «глубокие» связан с количеством скрытых слоёв в нейронной сети. В то время как обычные нейронные сети содержат несколько (например, 2-3) скрытых слоя, глубокие нейронные сети содержат порядка десяти или ста скрытых слоёв. Многие методы глубокого обучения были известны давно, но настоящий прорыв в области их использования произошел в течение последних десяти лет. Это связано как с увеличением мощности современных графических процессоров, так и с разработкой новых архитектур глубоких нейронных сетей, точность работы которых сопоставима, а иногда и превышает точность человека.

В настоящее время глубокое обучение широко применяется в таких областях как распознавание речи и изображений, машинный перевод, обработка естественного языка, биоинформатика и т.д. Так, например, на методах глубокого обучения основана работа Google Translate, цифровых помощников, таких как Siri, Google Now, Алиса, механизма рекомендаций Amazon, Netflix, Spotify, системы генерации речи WaveNet, механизма предотвращения мошенничества с платежами PayPal, системы распознавания объектов на видео и изображениях (лиц, дорожных знаков, животных, медицинских снимков) и т.д. [3] Одним из наиболее эффективных алгоритмов глубокого обучения для задачи распознавания образов являются свёрточные нейронные сети (CNN, ConvNet). Они основаны на применении операции свёртки и состоят из свёрточных и субдискретизирующих слоёв (рис. 2).

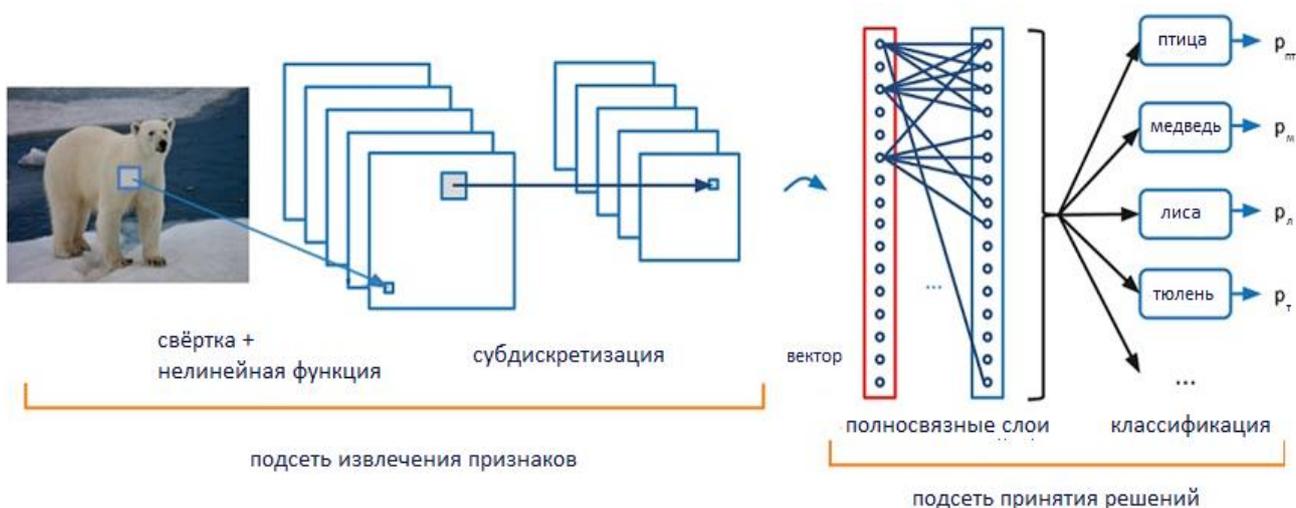


Рис. 2. Типовая архитектура свёрточной нейронной сети

Наряду с многочисленными преимуществами, методы глубокого обучения имеют также и ряд недостатков. Глубокое обучение требует очень большого количества обучающих примеров, больших вычислительных ресурсов, при этом обученная модель часто является узкоспециализированной, и для её использования в рамках другой задачи требуется переобучение. Рассмотрим проблему количества данных для обучения задаче распознавания образов.

Методы глубокого обучения, например, современные свёрточные нейронные сети Faster R-CNN, для качественного обучения требуют около 5 тыс. примеров для каждого класса [4]. Это может быть проблемой во многих ситуациях, когда число доступных изображений значительно меньше. В то время как крупные проекты, организуемые, например, Google и Microsoft, могут собрать достаточное количество данных, мелкие проекты не всегда в состоянии это сделать. Кроме того, в некоторых областях тяжело собрать требуемое количество данных, вследствие чего применение глубокого обучения в них может быть затруднено. Примером может случить здравоохранение, где искусственный интеллект используется для распознавания опухолей при рентгеновском сканировании.

Нейронная сеть может быть обучена полностью на собственном наборе данных (так называемое обучение с нуля, *training from scratch*) или с использованием технологии трансферного обучения (*transfer learning*). Технологию трансферного обучения, и в частности метод тонкой настройки (*fine-tuning*), обычно применяют в условиях недостатка обучающих примеров. В этом случае свёрточную нейронную сеть обучают на другом, более крупном наборе данных, обычно ImageNet, который представляет собой крупную базу аннотированных изображений, специально разработанную для тестирования методов компьютерного зрения и содержащую более четырнадцати миллионов изображений. Обычно при использовании метода тонкой настройки последний слой предварительно обученной сети заменяют на новый, соответствующий решаемой задаче. Так, например, сеть, обученная на наборе данных ImageNet, имеет последний слой, соответствующий тысяче классов объектов. Если в решаемой задаче требуется разделить объекты на 10 категорий, то новый слой тоже будет состоять из 10 классов. Такой подход позволяет обновить лишь веса линейных слоёв, не затрагивая веса свёрточных. Далее применяется метод обратного распространения ошибки для тонкой настройки весов, полученных в результате предварительного обучения. Важным условием является применение перекрестной проверки для тестирования обобщающей способности сети и использование небольшой скорости обучения. Начальная скорость обучения должна быть примерно в десять раз меньше, чем та, которая использовалась при обучении с нуля [5]. Еще одним способом обучения сети по методу тонкой настройки является использование весов только первых

нескольких уровней предварительно обученной сети. Считается, что признаки на нижних уровнях абстракции, такие как края, ребра, являются универсальными и подходят для большинства задач классификации. В таком случае при переобучении сеть концентрируется на изучении специфических для набора данных признаков на последующих уровнях.

Однако применение метода тонкой настройки не всегда гарантирует хороший результат обучения. Если собственный набор данных содержит небольшое количество изображений, точная настройка предварительно обученной сети может привести к переобучению, особенно в случае если последние несколько слоёв сети являются полносвязными (как в случае сети VGG) [5]. Также собственный набор может быть несбалансированным, и число обучающих примеров для разных классов может сильно отличаться, что может привести к тому, что сеть будет более восприимчива к классам с большим числом примеров. В случае несбалансированности набора данных следует уравнивать число примеров, удалив из выборки часть изображений для преобладающих классов или увеличив число примеров для малочисленных. Последнее можно сделать за счет методики аугментации (приращения, увеличения) данных (data augmentation). Она дает хорошие результаты, если собственный набор содержит хотя бы несколько тысяч изображений. Используя аугментацию, можно создать новые обучающие примеры из имеющихся данных за счёт их модификации. Существует много вариантов выполнения аугментации. Синтетические изображения можно получить за счёт различных геометрических преобразований (вращение, отражение по вертикали и горизонтали, изменение размера, сжатия изображения, случайного кадрирования, изменения цвета и насыщенности, добавления шума и размытия, а также методов наложения изображений (image blending – замена фона, блендинг Пуассона) [6]. Можно применять различные комбинации этих вариантов, например, одновременно выполнить изменение цвета и поворот. Кроме того такие преобразования можно применить не ко всему изображению в целом, а лишь к его фрагментам (рис. 3).



Рис. 3. Создание синтетических изображений путём аугментации

Как показывает практика, метод точной настройки наряду с использованием методики аугментации наиболее эффективен, если исходный набор изображений содержит несколько тысяч изображений. Если набор данных действительно мал, скажем, менее тысячи выборок, более эффективным подходом является обучить линейный классификатор, например, машину опорных векторов (SVM), поверх слоя, предшествующего полносвязным слоям сети [5].

Метод тонкой настройки стоит применять, если исходный набор данных не сильно отличается от набора данных, на котором выполнялось предварительное обучение (т.е. обычно от набора данных ImageNet). В случае такой специфичной области как распознавание медицинских изображений, целесообразнее обучить сеть с нуля. Также, как показывает практика, если в распоряжении имеется большой набор данных (порядка несколько сотен тысяч изображений), то точность классификации будет выше, если сеть будет обучена с нуля на этом наборе, чем при использовании метода тонкой настройки.

В ходе работы были рассмотрено понятие глубокого обучения, отличия от традиционного машинного обучения, а также его основные преимущества и недостатки. Так как методы глубокого обучения требуют большого числа обучающих примеров, что часто является проблемой, были рассмотрены основные подходы к их обучению глубоких нейронных сетей в условиях нехватки обучающих данных, а именно рассмотрен метод тонкой настройки и технология аугментации данных, даны рекомендации по их применению в зависимости от предметной области, используемой архитектуры сети и размера обучающей выборки.

### Список литературы

1. Николенко, С.И. Глубокое обучение [Текст] / С.И. Николенко, А.А. Кадурын, Е.А. Архангельская. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
2. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение [Текст] / И. Гудфеллоу, А. Курвилль. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 652 с.
3. What makes Deep Learning deep...and world-changing? [Electronic resource] // The Blog of Things : [site]. – Electronic text data. – Mode of access: <https://readwrite.com/2017/04/28/what-is-deep-learning-ii/>, free access (10.03.2020). – Title from screen.
4. Goodfellow I. “Introduction,” Deep Learning [Text] / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge, MA: MIT Press, 2016, vol. 1, p. 20.
5. A Comprehensive guide to Fine-tuning Deep Learning Models in Keras (Part I) [Electronic resource] // On Artificial Intelligence and Machine Learning : [site]. – Electronic text data. – Mode of access: <https://flyyufelix.github.io/2016/10/03/fine-tuning-in-keras-part1.html>, free access (15.03.2020). – Title from screen.
6. Training Object Detection and Recognition CNN Models using Data Augmentation [Text] / D. Mas Montserrat [et al] // IS&T International Symposium on Electronic Imaging. – 2017. – pp. 27–36.

**Попова А.В.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий, popova.nastya2000@inbox.ru  
Научный руководитель: Залывская О.С., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

## **ЛЕТНИЙ САД – ИСТОРИЧЕСКИЙ ПАРК В ЦЕНТРЕ ГОРОДА**

Искусство создавать сады возникло одновременно с архитектурой и связано с оседлостью народа. Сад есть синоним рая, место, отделенное от остального мира, предназначенное для избранных. Сад – идеальное место для человека. Садово-парковое искусство – один из видов творческой деятельности (таких, как живопись, музыка, скульптура), относящееся к пространственным видам искусств, призванное организовывать пространство средствами природных и искусственных компонентов. Садово-парковое искусство есть попытка создания человеком некоего счастливого окружения. Материалом для работы зодчего служат не только деревья, кустарники и цветы, но и все другие виды искусств и частично природа за пределами сада [1].

В данной статье рассматривается Летний сад как исторический парк в центре мегаполиса. Он интересен как своим прошлым, так и настоящим: скульптурами, фонтанами, водоёмами и конечно же, растительностью.

Историю Летний сада можно поделить на три крупных периода:

1. Летний сад Петра I. Летний сад в XVIII веке;
2. Летний сад после наводнения 1777 года. Летний сад в XIX веке;
3. Летний сад в XX веке. Летний сад в наше время.

Пётр I пользовался преимущественно уже освоенными территориями. Весной 1704 года Пётр I писал боярину Стрешневу указание прислать в Петербург цветы для своей усадьбы. Пётр сам нарисовал план будущего парка. Для Петра I на берегу Невы был оборудован усадебный деревянный дом – будущий Летний дворец. Его строительство было доверено Ивану Матвеевичу Угрюмову. Он же разбивал в Летнем саде цветники. Пётр I не мыслил своего сада без фонтанов. Они появились в 1705 году. Первые скульптуры появились в Летнем саду в 1707 году. Летом 1708 года в Летнем саду была построена большая деревянная оранжерея. В октябре здесь было посажено 60 дубов. Фундамент каменного Летнего дворца начали сооружать в мае 1711 года. На одной линии с Летним дворцом было поставлено три открытых галереи («люстгаузы»). В 1711–1716 годах был прорыт Лебяжий канал, отделивший Летний сад от Потешного луга. Примерно на середине Летнего сада от Лебяжьего канала до Фонтанки в 1716 году был прорыт ещё один «Поперешный» канал. Территория к северу от него стала Первым, а к югу – Вторым Летним садом. В это же время соединили реки Мойку и Фонтанку. С тех пор Летний сад находится на острове. Третьим Летним называлась территория южнее Мойки, включая со-

временный Михайловский сад. В 1718 году неподалёку от Летнего дворца был устроен Птичник. Рядом с ним был устроен Дельфиновый каскад. С июля 1737 года сооружался Амфитеатр с каскадом. Напротив каскада в цветочном партере работал «Коронный» фонтан. В мае 1721 года было решено строить Летний дворец царицы Екатерины Алексеевны. Он был готов к 1726 году. На территории Первого Летнего сада был вырыт овальный пруд. В его центре находился островок с беседкой. Южная часть Второго Летнего сада была занята искусственным прудом. На территории Второго Летнего сада был устроен Лабиринт – сложная система дорожек, окружённая стенами из кустов. Здесь были оборудованы фонтаны-шутихи. На берегу Фонтанки с 1714 года строился Грот – садовый павильон с колоннами и высоким куполом. Оформление Грота было завершено к 1725 году. На границе 1-го и 2-го Летнего садов были построены каменные оранжереи. Здесь выращивали южные растения. С 1721 года, когда были закончены основные работы по благоустройству. Летний сад был официальной царской резиденцией.

После смерти Петра I при императрице Анне Иоанновне в Летнем саду устраивали медвежьи, волчьи и кабаньи травли. Животные носились по саду, ломая скульптуры и вытаптывая растения. В 1732 году зала славных торжествований была перенесена во Второй Летний сад к Карпиеву пруду. В последствии его переоборудовали под театр. На освободившемся берегу Невы Анна Иоанновна приказала построить для себя ещё один Летний дворец. После смерти Анны Иоанновны правительница Анна Леопольдовна в апреле 1741 года повелела Летний дворец Анны Иоанновны снести и устроить на его месте галерею. Но здание это простояло ещё несколько лет, так как Анну Леопольдовну успела сменить дочь Петра I Елизавета. Летний дворец Анны Иоанновны в июне 1747 года был разобран и перенесён в Екатерингоф. В 1760-х годах обустроивали Дворцовую набережную. Перед этим, в 1763 году, были снесены почти все строения со стороны Невы и Фонтанки, невский берег отодвинули от сада на 50 метров. В январе 1772 года началось создание ограды. Отделка Невской ограды продолжалась ещё пять лет.

10 сентября 1777 года наводнением Летнему саду был нанесён значительный ущерб. Оказалась разрушена фонтанная система, повреждены многие скульптуры, сломаны деревья. В процессе реконструкции Летнего сада фонтаны было решено не восстанавливать. Многие постройки также не были восстановлены, среди них Лабиринт и Грот. Овальный пруд и поперечный канал были засыпаны. Акведук через Фонтанку разобрали в 1781 году, спустя два года за ветхостью были сломаны и галереи. Ещё через три года исчезли Золотые палаты и все оставшиеся фонтаны. Деревья и кустарники больше не подстригали. Они всё больше разрастались, делая Летний сад больше похожим теперь уже на пейзажный парк. Наводнение

1824 года тоже нанесло Летнему саду большой урон. Окончательно разрушился Грот, на месте которого был построен Кофейный домик. В 1827 году по его проекту был построен деревянный павильон «Чайный домик». Им же годом ранее была сооружена ограда со стороны Мойки, а в 1830 году установили завершающие веерные дополнения к ограде Летнего сада. 10 сентября 1839 года в Летнем саду была установлена ваза из розового порфира, высотой 4,85 м.

В начале XX в. стали появляться планы реконструкции Летнего сада. Появились идеи засыпать Лебяжий канал, устроить в Летнем саду скейтинг-ринг. Однако Министерство императорского двора, в ведении которого находился Летний сад, отказалось от таких преобразований.

После 1917 года снова стали появляться планы переустройства Летнего сада, дабы здесь могла гулять совершенно любая публика. В 1924 году Летний сад снова пострадал от разрушительного наводнения. Восстановительные работы начали только через десять лет. Во время блокады Ленинграда в Кофейном домике устроили казарму, а в Чайном – склад боеприпасов и оружия. Скульптуры укрыли в земле. Весной 1942 года цветники и газоны были отданы школьникам и учителям окрестных школ для разведения огородов. В связи с этим одна из аллей стала называться Школьной.

После окончания Великой Отечественной войны Летний сад был восстановлен. В 1970-х годах вандалами в Летнем саду было разрушено значительное количество бюстов и скульптур. С 1984 года оригинальные произведения искусства стали постепенно заменять на копии. В 1984 году была проведена реставрация Чайного домика, в котором разместили выставочный зал [2].

С 2009 по 2012 год в Летнем саду произошла масштабная реконструкция, после которой его половина, расположившаяся ближе к Неве, превратилась в настоящий музей под открытым небом, такой, как и задумывался Петром I. В ходе реставрации в Летнем саду были восстановлены фонтаны. Исторические скульптуры работы европейских мастеров были заменены новыми копиями для защиты подлинников от разрушения. К настоящему времени в Летнем саду сохранилось 79 скульптур [3].

Многие скульптурные произведения подписаны своими авторами. Некоторые являются подражанием древним оригиналам. Большинство скульптур были подвергнуты реставрациям. Петр I в Летнем саду собрал уникальную коллекцию статуй и бюстов [4].

Сегодня оригиналы скульптурного убранства Летнего сада находятся в Инженерном замке – это совсем рядом, так что мне, во время последнего посещения Летнего сада, очень захотелось сравнить копии и оригиналы – так сложилась эта прогулка [5].

Скульптуры, находящиеся в Летнем саду в наши дни: Нимфа Летнего сада, Амур и Психея, Аврора, Слава, Гераклит, Артемида, Аллегория мореплавания, Марс, Терпсихора,

Янус двуликий, Аполлон Бельведерский, Флора, Юлий Цезарь, Похищение Сабинянок, Нерида, Сатурн, Аллегория изобилия [6].

Первые парковые фонтаны не были так вычурны и декоративны как последующие, украсившие Петергоф и другие загородные парковые ансамбли, но они очень оживляли парковый пейзаж.

Многие восстановленные фонтаны хранят память о царствующих особах в своих названиях. Например, один из первых фонтанов главной аллеи со стороны Дворцовой набережной «Царицын» увековечил память о Екатерине Первой, которая в этом месте любила встречать гостей. Фонтан «Пирамида», установленный на четвертой площадке по повелению той же Екатерины, повторяет одноименный Петергофский.

Кроме многочисленных фонтанов, парковая территория была оснащена и прудами. При создании Второго Летнего сада планировалось создать цепочку каскадных прудов. Были организованы несколько водоемов – Форелиев, Цветочный, Мельничный и Карпиев.

Из всех созданных при Петре Первом прудов на сегодняшний день сохранился только Карпиев. После крупномасштабной реконструкции сада, проходившей в конце первого десятилетия XXI века, был возвращен к жизни и Менажерийный пруд [7].

В Летнем саду имеются и растут очень старые деревья. Выжили они потому, что им повезло выстоять в наводнения и блокаду Ленинграда. Самый старый дуб, петровского времени, сохранился напротив Чайного домика, ему около двухсот восьмидесяти лет. Вязы почти все исчезли из-за болезни, остался один в Красном саду. Приветствуются плодовые кусты – барбарис, бузина, бересклет, калина, смородина – высажено больше 4 тысяч. Очень ценится липа широколиственная и мелколиственная. Боскеты в регулярном саду теперь закрыты шпалерами зелени. В оранжереях растут помаранцы, лимоны, мандарины. Лавры – обязательное дерево для императорского сада. Также барочный облик сада подчеркнут стриженные пирамидками и шарами буксусы (самшиты) [8].

Таким образом, Летний сад – прекрасный парк XVIII века, сохранившийся до наших дней и процветающий ныне.

### Список литературы

1. Курсовая работа (теория): Садово-парковое искусство, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dodiplom.ru/ready/88900> (Дата обращения 23.02.20)
2. Летний сад – история и фотографии, [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://walkspb.ru/sad/letniy\\_sad.html](https://walkspb.ru/sad/letniy_sad.html) (Дата обращения 25.02.20)

3. Летний сад в Санкт – Петербурге.. Обсуждение на Live Internet – Российский Сервис Онлайн – Дневников, [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.liveinternet.ru/community/camelot\\_club/post417971737/](https://www.liveinternet.ru/community/camelot_club/post417971737/) (Дата обращения 26.02.20)
4. Скульптуры летнего сада, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://alladolls.ru/gallery2/v/elses/skulptur/S+Peterburg/Letniy+sad/> (Дата обращения 26.02.20)
5. Скульптурное убранство «Летнего сада», [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elenarossi.tourister.ru/photoalbum/40569> (Дата обращения 26.02.20)
6. Скульптуры летнего сада в Санкт – Петербурге – описание с названиями, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://spbinteres.ru/skulptury-letnego-sada.html> (Дата обращения 26.02.20)
7. Архитектурные сооружения Летнего сада, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russo-travel.ru/landmark/sankt-peterburg/letniy-sad/> (Дата обращения 26.02.20)
8. Квартальный надзиратель № 10, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kn.sobaka.ru/n110/04.html> (Дата обращения 26.02.20)

#### **Попова Н.А.**

студентка Высшей школы энергетики, нефти и газа, [nadjaropova1998@mail.ru](mailto:nadjaropova1998@mail.ru)

Научный руководитель: Козак О.А., канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕХЭТАЖНОГО ДОМА В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ**

Сферы ЖКХ (жилищно-коммунального хозяйства) являются одними из самых больших потребителей тепловой энергии. Проблемы бытового энергосбережения, а так же вопросы энергосбережения в целом, становятся наиболее важными и актуальными в современном мире. В 2009 году в России был принят закон об энергосбережении и повышении энергетической эффективности (Федеральный закон № 261-ФЗ) [1]. Помимо этого, была разработана государственная программа по повышению энергоэффективности, основной целью которой является снижение затрат энергии в среднем на 30 % на период 2020 года [2].

В данной работе рассматривается возможность утепление ограждающих конструкций жилого дома города Архангельска. Дом построен в 1953 году.

Наружные стены – кирпичные, оштукатурены с наружной и внутренней стороны. Общая толщина стен – 710 мм. Состояние стен удовлетворительное.

Чердачное перекрытие – два слоя рубероида, осп плита (многослойный листовый строительный материал, полученный в результате переработки древесных отходов), железобетонная пустотная плита, в качестве утеплителя использована минеральная вата.

Перекрытие над подвалом – железобетонная пустотная плита, два слоя рубероида, линолеум, выравнивающий слой – дерево. В качестве изоляционного слоя использована минеральная вата.

Подключение системы отопления здания – зависимое, со сдвоенным насосом на перемычке. Система отопления – двухтрубная, с верхней разводкой. Система горячего водоснабжения – закрытая, двухступенчатая смешанная.

В доме установлен автоматизированный тепловой пункт с погодозависимой автоматикой, которая позволяет регулировать температуру сетевой воды в зависимости от температур окружающего воздуха, тем самым, не допуская «перетопа» и обеспечивая хорошую циркуляцию.

Для уточнения фактических тепловых потерь через ограждающие конструкции, нами была проведена тепловизионная съемка наружных стен, окон и наружных дверей, которая позволила получить информацию о реальном состоянии фасада здания. Результаты термографирования представлены на рис. 1 и 2.

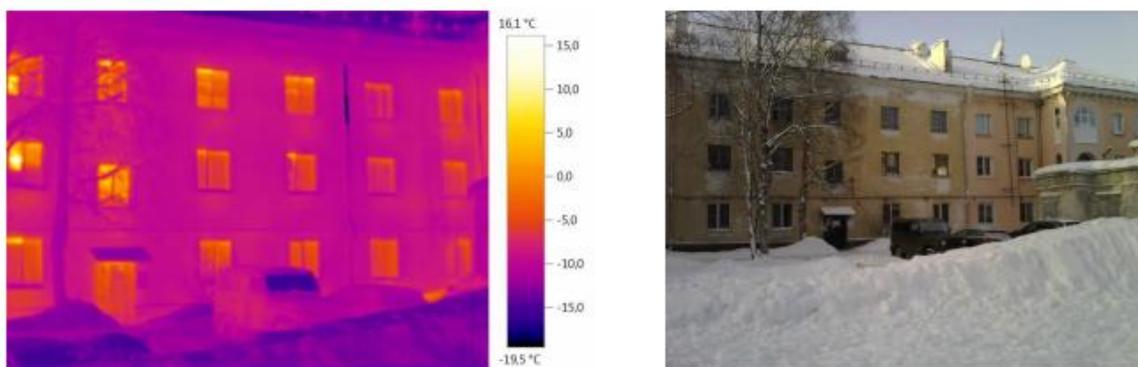


Рис. 1. Задний фасад здания

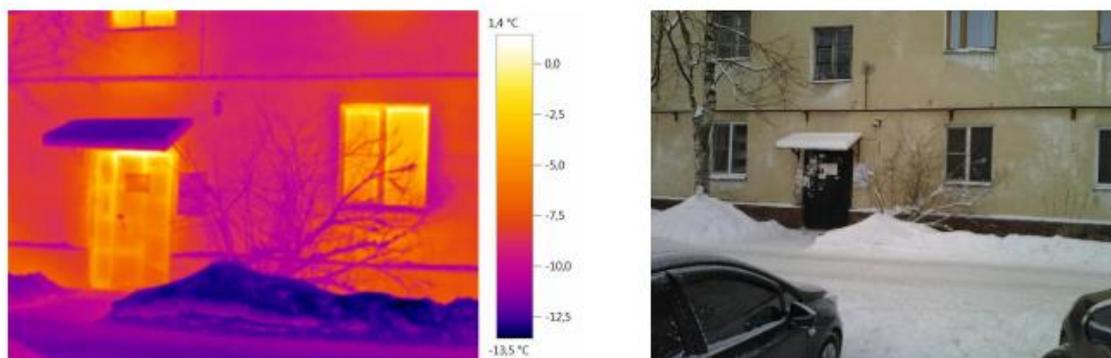


Рис. 2. Утечки через входные двери и окна

Коэффициенты теплопроводности ограждающих конструкций можно определить на основании данных из техпаспорта здания и отчёта о ранее проведенном энергоаудите. Все данные сведены в табл. 1 [3].

Таблица 1

Материалы ограждающих конструкций

Название ограждающей конструкция	Слои	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м·К)	Толщина слоя, $\delta$ , м
Наружная стена	Кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,7	0,68
	Штукатурка	0,93	0,01
	Штукатурка	0,93	0,02
Чердачное перекрытие	Штукатурка	0,93	0,02
	Железобетонная плита		0,22
	Рубероид	0,17	0,005
	Минераловатные плиты	0,07	0,05
	Рубероид	0,17	0,05
	Осп плита	0,18	0,03
Перекрытие над подвалом	Железобетонная плита		0,22
	Рубероид	0,26	0,05
	Минераловатные плиты	0,048	0,05
	Рубероид	0,19	0,015
	Выравнивающий слой: дерево	0,68	0,1
	Ленолеум	0,38	0,005

По результатам проведенного обследования здания было выяснено, что в этом жилом здании имеется значительный потенциал энергосбережения.

Расчёт сопротивления через ограждающие конструкции выполнен по формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{н}} \quad (1)$$

где  $\alpha_{в}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°С)  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С);  $\alpha_{н}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода, Вт/(м<sup>2</sup>·°С)  $\alpha_{н} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С); перекрытий чердачных:  $\alpha_{н} = 12$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С));  $\delta_i$  – толщина материала ограждающей конструкции, м;  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) [3].

Расчёт ограждающих конструкций для г. Архангельска выполним по следующим климатическим параметрам, представленным ниже [4]:

Расчетная температура наружного воздуха	–33
Расчетная температура внутреннего воздуха	20
Количество дней отопительного периода	250
Средняя температура за отопительный период	–4,5

Требуемое значение термического сопротивления теплопередаче определяется по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_e - t_n)n}{\Delta t^n \alpha_e}, \quad (2)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий характер омывания ограждения наружным воздухом;  $t_e$  – температура воздуха внутри помещения, °С;  $t_n$  – расчетная температура наружного воздуха, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С;  $\Delta t^n$  – нормируемый перепад температур (для стен  $\Delta t^n = 4,5$  °С; для покрытий и чердачных перекрытий  $\Delta t^n = 4$  °С) [3].

Приведённое сопротивление теплопередаче определяют по условиям ГСОП (градусо-сутки отопительного периода), °С·сут:

$$ГСОП = (t_e - t_{on})z_{on}, \quad (3)$$

где  $z_{on}$  – продолжительность отопительного периода, сутки;  $t_{on}$  – средняя температура воздуха за отопительный период, °С;  $t_e$  – температура воздуха в помещении, °С [3];

Приведённое значение общего термического сопротивления теплопередаче стен  $R_o^{np}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт:

$$R_o^{np} = a \cdot ГСОП + b, \quad (4)$$

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать для соответствующих групп зданий (в школах для стен  $a = 0,00035$ ;  $b = 1,4$ , покрытий, чердачных и цокольных перекрытий  $a = 0,00045$ ;  $b = 1,9$ ) [3];

$$R_{mp} = \max\{R_o^{mp}; R_o^{np}\}. \quad (5)$$

Результаты расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2

Ограждающие конструкции	Данные расчёта	
	Сопротивление теплопередаче, (м <sup>2</sup> ч·°С)/ккал	
	расчетное (требуемое)	фактический
Стены	3,54	1,16
Чердачное перекрытие	4,66	0,87
Перекрытие над подвалом	4,66	1,35

По результатам расчётов видно, что фактическое сопротивление теплопередаче не удовлетворяет значению требуемого.

Из этого следует, что в структуру ограждающих конструкций необходимо добавить слой утеплителя. В качестве изоляции для стен используем фасадную вату, а для чердачного перекрытия и перекрытия над подвалом – пенополистирол.

Преимущества пенополистирола: обширная сфера применения, долговечность, небольшой вес, хорошая теплоизоляция, простота монтажа, невысокая стоимость.

Фасадная вата отличается высокой упругостью, прочностью, является экологически чистой и безопасной.

Дом находится в центре города, его фасад имеет красивую архитектуру, поэтому следует утеплить только задний и торцевые фасады здания, сохранив при этом лицевую часть. Фотография фасада представлена на рис. 3.

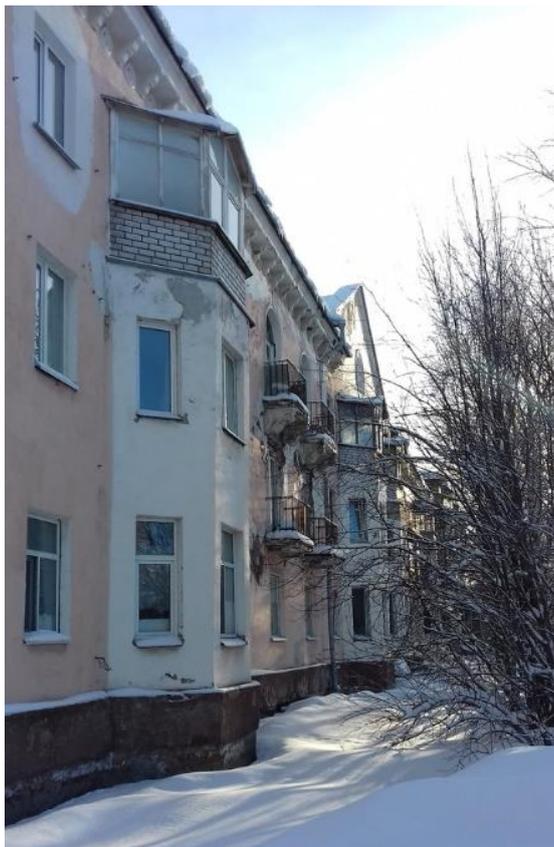


Рис. 3. Лицевой фасад

Толщину изоляции определим по формуле:

$$\delta_{uz} = \left( R_{mp} - \frac{1}{\alpha_B} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_{uz}, \quad \text{ë (6)}$$

где  $\lambda_{uz}$  – теплопроводность пенополистирола  $\lambda_{uz} = 0,031$  Вт/(м·°С).

Определим фактическое сопротивление теплопередаче с учетом теплоизоляции.

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}. \quad (7)$$

Полученные данные занесем в табл. 3.

Данные по расчёту (до утепления и после)

Ограждающие конструкции	Сопротивление теплопередаче, (м <sup>2</sup> ч·°С)/ккал		
	Расчетное (требуемое)	До реконструкции	После реконструкции
Фасад (стена)	3,54	1,16	3,85
Чердачное перекрытие	4,66	0,87	4,78
Перекрытие над подвалом	4,66	1,35	4,83

Из расчёта можно сделать вывод, что фактическое сопротивление теплопередачи значительно отличается от требуемого. После установки изоляции сопротивление всех ограждающих конструкций увеличилось в несколько раз, стало удовлетворять расчетным значениям.

Для наружных стен толщину изоляционного слоя примем 90 мм, для чердачного перекрытия и перекрытия над подвалом – 130 мм.

Энергоэффективность здания так же можно повысить за счет проведения следующих мероприятий: замена старых деревянных окон на современные, обладающие повышенным термическим сопротивлением, утепление дверных проемов в подъездах, монтаж доводчиков дверей, тепловая изоляция трубопроводов в подвале и на чердаке.

#### Список литературы

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция от 16.01.2020).
2. Распоряжение Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 2446-р
3. СП.50.13330.2018. Тепловая защита зданий. Дата введения 2019-06-15.
4. СП.131.13330.2018. Строительная климатология. – Введ. 2019-05-29. – Москва, 2019. – 113 с.

**Попова С.В., Старицына С.Ф.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, popovasv980@gmail.com, staritsinasf@gmail.com

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

#### ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

На сегодняшний день традиционная форма проведения занятий в сфере образования на наш взгляд является недостаточно эффективной. Подкрепляем вышесказанное данными исследования, проведенного нами.

Среди студентов теплоэнергетики и теплотехники (энергообеспечение предприятий) был проведен анализ. Обучающимся была предложена анкета, состоящая из вопросов, которые были направлены на выявление дисциплин, вызывающие затруднение в понимании и возможные перспективы для решения данной проблемы.

По результатам опроса были составлены диаграммы, которые наглядно демонстрируют распределение ответов учащихся. Как оказалось, дисциплина «Электрическое освещение» набрала больший процент, относительно других дисциплин, по вопросу о трудности понимания материала (рис. 1).



Рис. 1. Распределение ответов по вопросу о трудности понимания материала

Далее было выявлено, что 95 % опрошенных считают, что, изменив способ подачи материала, понимание предмета улучшится (рис. 2).

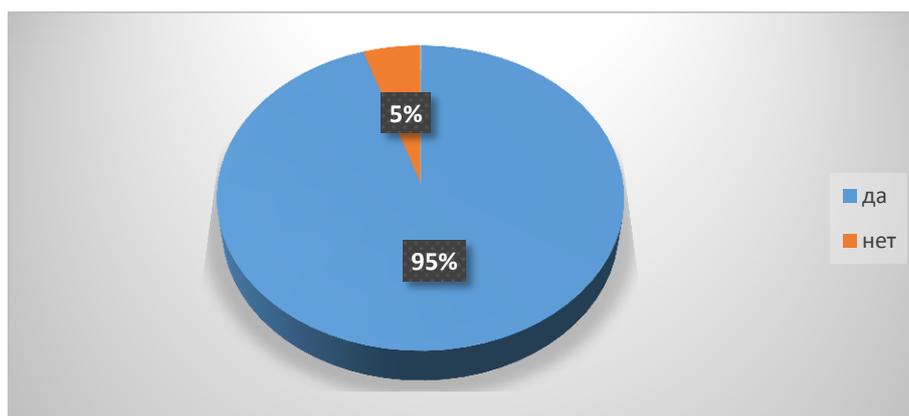


Рис.2. Распределение ответов по вопросу о результате изменения подачи материала в лучшую сторону для понимания

После был задан вопрос, какую форму занятий студенты находят более эффективной. Исходя из ответов, можно видеть, что больше половины считают, что занятия, проведенные в виде игры являются более продуктивными (рис. 3).



Рис. 3. Распределение ответов по вопросу о более эффективной форме проведения занятий

Сфера образования требует перемен. Необходимо поменять форму подачи материала. Мы видим это в применении инновационных технологий, а именно занятия в виде игры. Так как наиболее проблемной оказалась дисциплина «Электрическое освещение», то мы составили игру именно по этому предмету.

В игре принимают участие три команды студентов. Число каждой команды может варьироваться от 4 до 8 человек.

Правила игры: преподаватель заранее определяет состав трёх команд студентов. Первая команда – это проектная организация ООО «Свет». Вторая команда – проектная организация ООО «Луч». Третья – проектная организация ООО «Искра».

По замыслу игры, преподаватель является директором школы. Директор школы получает результаты экспертизы, которые показывают, что светотехнические характеристики освещения не удовлетворяют требуемые нормы. Затем он обращается в три проектные организации, чтобы ему помогли выявить причину ухудшения показателей и возможные решения этой проблемы путем расчета освещения школы, а также замену на более эффективное.

Преподаватель объясняет методы расчета освещения [1]. Далее знакомит студентов с программой Dealux, с помощью которой можно быстрее и проще осуществить расчет. Так же показывает, какие плагины используются [2].

Далее студенты расходятся по своим командам и занимают рабочие места.

Ребята выполняют свое задание. Каждой команде выдаётся компьютер с заранее установленной программой и плагинами [3].

После истечения времени они сдают свои работы «директору школы» на проверку. Преподаватель рассматривает работы. Студенты в это время удаляются на кофе-брейк для обсуждения проделанной работы. После чего преподаватель вместе с участниками игры возвращаются, «директор школы» оглашает результаты.

Та команда, что лучше выполнила задание, получает тендер в виде 20 призовых баллов, которые в реальной жизни несут ту же ценность, что и в игре.

По нашему мнению, данная специфика игры должна замотивировать студентов к качественному выполнению задания, а в дальнейшем к лучшему восприятию материала.

### Список литературы

1. Бутаков С.В., Радюшин В.В. Исследование и расчет осветительных установок: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.В. Бутаков, В.В. Радюшин; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2018. – 82 с. (дата обращения: 25.02.2020).

2. Русскоязычный сайт DIALux [Электронный ресурс]: [официальный сайт] – Режим доступа: <http://www.dialux-help.ru/>, свободный (дата обращения : 9.03.2020). – Загл. с экрана.

3. Каталог. Plug-in для DIALux 4.13. [Электронный ресурс] Световые технологии: [официальный сайт] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.ltcompany.com/ru/> свободный (дата обращения : 8.03.2020). – Загл. с экрана.

### Поротова О.М.

студент Высшей школы естественных наук и технологий, [porotova.olga@yandex.ru](mailto:porotova.olga@yandex.ru)  
Научный руководитель: Залывская О.С., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

### «КОЛЛЕКЦИЯ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА»

Ботаническими садами являются организации, имеющие документированные коллекции живых растений, использующие их для научных исследований, сохранения биоразнообразия, демонстрации и образовательных целей.[2]

Главный ботанический сад обладает богатейшими коллекциями растений и представляет разнообразный растительный мир большинства стран земного шара от Сибири до тропиков. В 2020 году ГБС им. Н.В. Цицина РАН празднует свой 75-летний юбилей. Датой основания са-

да считается 14 апреля 1945 года. Коллекция насчитывает более 8220 видов и более 8110 форм и сортов растений, их общее количество составляет 16330 таксонов. Общая площадь ботанического сада составляет 331,5 га. [1] Дендрарий же демонстрирует самую крупную коллекцию ГБС древесных растений, среди которых деревья, кустарники и лианы. Большая часть данной территории находится в лесном массиве, гармонируя и сочетая в себе как декоративные, так и утилитарные качества, состоящим, главным образом из дуба с примесью березы, осины и ели. В подлеске преобладает лещина, в меньших количествах из дикорастущих древесных растений здесь можно заметить рябину, жостер, жимолость, бересклет, крушину и др. Внизу – зеленый ковер трав: нежная ветреница, голубовато-розовая медуница, вечнозеленый зеленчук, душистый ландыш, изящная звездчатка, строгая осока волосистая. Все эти растения – типичные элементы природного дубового леса. Дуб одно из самых долгоживущих деревьев в саду. Наиболее часто встречается дуб черешчатый. Собрано почти полтора десятка видов дубов – кавказских, восточноазиатских, североамериканских и др.

Для расстановки растений в ГБС был выбран систематический принцип – представители видов одного рода и родов одного семейства размещены в непосредственной близости друг от друга. Эта часть сада очень красива с весны до осени, она неповторима и в зимние дни, когда шапки белого пушистого снега укутывают хвойные породы. Но существует и исключение для некоторых групп растений с учетом их экологических требований. В некоторых местах можно увидеть отступления от систематического принципа. В соответствии с принципами ландшафтной архитектуры представители семейства сосновых размещены на фоне лиственных растений, для придания многоцветности, формируя смену пейзажных картин и способность создавать нужное настроение. Гармонично смотрится ива на фоне водоема, привлекая к себя взгляд прохожих. В дендрарии ГБС созданы экспозиции из отдельно высаженных растений – солитеры, небольших групп от 3 до 5 экземпляров и куртины, отвлекающие на себя яркими красками и подчёркивающая фактуру газона [1].

В саду представлена ландшафтная экспозиция «Японский сад», «Вересковый сад», розарий, оранжерея, богатые большим ассортиментом растений.

«Японский сад» особенно завораживает весной, когда почти 3 га территории окрашивается в нежно-розовый цвет, распускается сакура. Чудесный запас розовых цветов айвы японской привлечет к себе большое внимание посетителей.

Не уступает в декоративных качествах и «Вересковый сад» богатый ярким сочетанием красок, в нем можно увидеть цветущие рододендроны

весной и осенью, когда цветет вереск. Насчитывает 13 родов, 82 вида и разновидности.

В Розарии разнообразие сортов роз и их насчитывается около 270 экземпляров. Коллекция демонстрирует самые зимостойкие и устойчивые к болезням сорта растений.

За весь период существования дендрария было испытано около 3000 наименований, составляющих как различные регионы России так ближнего и дальнего зарубежья – Средней Азии, Северной Америки, Китая, Японии, средиземноморских стран. Большинство растений благополучно акклиматизировались в сложных экологических условиях, всюду цветут и плодоносят, другие с трудом привыкают к такому климату, поэтому нуждаются в хорошем внимании и заботе сотрудников дендрария.

Основной задачей ГБС является сохранение генофонда растений и разработка теоретических основ и методов интродукции и акклиматизации растений в целях рационального использования мировых растительных ресурсов [2].

### Список литературы

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gbsad.ru/> (дата обращения: 04.03.2020).
2. Ботанические сады России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru> (дата обращения: 05.03.2020).

#### **Правдин Н.П.**

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, [n-pravdin@list.ru](mailto:n-pravdin@list.ru)

Научный руководитель: Тиранов П.П., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений.

### **АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

При бурении нефтяных и газовых скважин неполное отделение выбуренной породы, поступающей на поверхность, негативно влияет на технологические свойства промывочной жидкости, что приводит к снижению механической скорости бурения, стойкости породоразрушающего инструмента, а также может привести к авариям или осложнениям в скважине. Поэтому особое внимание необходимо уделять очистке промывочной жидкости.

Существует несколько способов очистки промывочной жидкости:

- естественный (желобная система и отстойники);
- механический (вибросита);
- гидравлический (гидроциклоны и центрифуги);
- физико-химический (введение флокулянтов и разбавителей).

Естественные методы очистки промывочной жидкости заключаются в осаждении частиц разбуренной породы под действием силы тяжести в циркуляционной системе скважины на поверхности земли [3]. Данная система включает в себя желоба, приемные емкости и отстойники, при этом размеры желобов, а также количество и объем отстойников и приемных емкостей варьируется в зависимости от условий бурения.

На качество очистки в желобной системе влияет скорость движения промывочной жидкости. Чем более оптимально подобрана скорость движения раствора, тем лучше удаляется выбуренная порода. Скорость задается углом уклона желоба. Также для наиболее эффективного разрушения структуры бурового раствора применяются перегородки, устанавливаемые в желобах.

При механической очистке промывочной жидкости от выбуренного шлама основным оборудованием выступают вибрационные сита. Данный способ очистки является первоначальным и обеспечивает удаление твердых частиц размером от 100 мкм и выше.

Устройство вибросита включает в себя приемную емкость, распределительный желоб, вибрирующую раму с сеткой, электродвигатели, вибратор, амортизаторы.

В свою очередь, вибросита можно классифицировать следующим образом:

- в зависимости от количества уровней очистки выделяют одноуровневые, двухуровневые и трехуровневые вибросита;
- в зависимости от типа колебаний: круговое, эллиптическое, линейное;
- в зависимости от типа устанавливаемых сеток: каркасные и натяжные.

Одноуровневые сита являются одним из наиболее распространенных типов вибрационных сит, так как позволяют возможно наглядно проследить процесс удаления шлама и вовремя определить уровень износа сетки. Большую площадь просеивания обеспечивают двухуровневые сита, при этом площадь, занимаемая оборудованием, остается неизменной. Трехуровневые сита, также дают возможность увеличения площади просеивания, но главной особенностью таких сит является то, что они могут восстанавливать кольматирующие компоненты в промывочной жидкости.

При использовании данных вибросит на каждом из уровней устанавливаются сетки разного размера.

Вибросита с круговым типом колебания формируют невысокие гравитационные силы, но обеспечивают наибольшую транспортирующую способность. Вибросита с эллиптическим движением используются для удаления выбуренного шлама из утяжеленных растворов. Данный вид вибросит по сравнению с виброситами с круговым движением имеет повышенные гравитационные силы. Вибросита с линейным типом колебания характеризуются высокими показателями пропускной способности, так как они представляют высокие гравитационные силы и быструю транспортирующую способность.

По сравнению с натяжными, каркасные сетки используются чаще, поскольку их эксплуатация имеет преимущество – исключается возможность перетянуть или недотянуть сетку, так как силу натяжения такой сетки устанавливает завод-изготовитель.

На сегодняшний день наиболее часто применяются вибросита отечественного производства. В табл. 1 представлены основные характеристики данных вибросит.

Таблица 1

Основные параметры отечественных вибросит

Основные параметры	Типы вибросит				
	ВС-1	СВ1Л	ВС-11	СВ12-01(3)	СКМ-1
Пропускная способность, л/с	38	45	30(1), 60(2)	30	70
Минимальный размер удаляемых частиц, мм	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Рабочая поверхность кассеты, м <sup>2</sup>	2,67	2,8	2,4	1,65	2x1,3
Частота колебаний вибратора в мин.	1130	1320	-	1240	-
Амплитуда колебаний, мм	3,7±0,7	1...2	3,5	2,5...3	≤ 5
Габариты, м LxВxН	3000x1850x x1640	3000x1760x x1085	3110x1650x x1130	2250x1750x x800	3000x1500x x1100
Масса, кг	2160	2000	1500	800	960

Гидравлический способ очистки промывочной жидкости от выбуренного шлама производится в гидроциклонах и центрифугах. Принцип очистки данным способом заключается в использовании центробежных сил, которые возникают в аппарате при прокачивании через него жидкости.

Гидроциклоны являются экономически эффективным средством отделения выбуренной породой, прошедшей через вибросита в неутяжеленных буровых растворах. Так как они не имеют движущихся частей, то они достаточно надежны при правильном использовании оборудования [1]. Гидроциклоны, по размеру отбираемой твердой фазы делятся на пескоотделители, илоотделители. Главное отличие между пескоотделителем и илоотделителем – диаметр гидроциклона. Для пескоотделителя диаметр равен 150 мм и более, а для илоотделителя – 100 мм и менее. Также, песко- и илоотделители характеризуется разным числом гидроциклонов в батарее. Пропускная способность гидроциклонов должна составлять для пескоотделителя 125 %, а илоотделителя – 150 % от максимальной подачи насоса.

Центрифуга предназначена для отделения частиц, размеры которых не превышают 4–7 мкм. Помимо очистки раствора от шлама центрифугу применяют для отделения барита, в утяжеленном буровом растворе. Центрифуга включает в себя ротор, станину, шнек и электродвигатель.

Физико-химические методы очистки раствора основаны на использовании специальных добавок, которые обеспечивают коагуляцию или флокуляцию частиц выбуренной породы для повышения степени очистки промывочной жидкости.

Помимо выбуренной породы, при бурении нефтяных и газовых скважин, в буровом растворе присутствует газ в свободном, жидком или растворенном состоянии, который также необходимо отделить от раствора. Для этих целей используются сепараторы и дегазаторы различной конструкции.

Вследствие того, что существующие системы очистки промывочной жидкости недостаточно совершенны, имеется риск попадания части выбуренной породы в приемную емкость, откуда она вместе с промывочной жидкостью будет вновь закачана в скважину буровым насосом.

Для того, чтобы повысить эффективность очистки промывочных жидкостей от шлама, зачастую вышеописанные методы комбинируются. В процессе многочисленных исследований было доказано, что при трехстадийной очистки промывочной жидкости от выбуренной породы, применение гидроциклонов диаметром в 100 мм, на второй ступени из трех, является достаточно рентабельным [2].

Проведя анализ систем очистки промывочных жидкостей, можно вывести следующие пути их совершенствования:

1. При естественном способе очистки целесообразно использовать двухрядную желобную систему, так как она позволяет без остановки циркуляции проводить чистку необходимой секции.

2. Помимо этого, повысить эффективность очистки может применение зигзагообразных желобов. Это обусловлено тем, что такие желоба занимают меньшую площадь по сравнению с прямолинейными.

3. На вибросита рекомендуется устанавливать каркасные ситовые кассеты, в связи с тем, что они имеют клиновые крепления, которые позволяют быстро и качественно заменить поломанные кассеты.

4. Для того чтобы сохранить утяжелитель в промывочной жидкости следует использовать вибросита в комплекте с ситогидроциклонными сепараторами (СГС). Помимо этого, СГС очень компактный, удобен в сборке и эксплуатации.

5. Изменение частоты колебаний вибраторов, устанавливаемых на виброситах, от 25 Гц до 50 Гц позволит увеличить эффективность очистки бурового раствора.

### Список литературы

1. Губанов В.Н., Лопатин Д.В., Сычев В.С., А.А., Толстоухов А.А. Книга инженера по растворам. – М.: изд. ЗАО «ССК». – 2006. – 550 с.

2. Никитин В.И., Живаева В.В. Моделирование фильтрации буровых промывочных систем при вскрытии пласта // Бурение в осложненных условиях. Материалы Международной научно-практической конференции 05-06 октября 2016 г. – СПб.: Издательство СПбГУ, 2016. – С. 79-81.

3. Овчинников В.П., Аксенова Н.А. Буровые промывочные жидкости: Учеб. пособие для вузов. – Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2008. – 309 с.

### Прихна Д.О.

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [dprikhna@gmail.com](mailto:dprikhna@gmail.com)

Научный руководитель: Гулиев Р.З., ассистент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

### Введение

В настоящее время, большинство нефтяных месторождений находятся на завершающей стадии разработки, характеризующейся снижением добычи и массовой реализацией методов вторичной добычи или методов интенсификации добычи нефти, что представляется более важным, чем когда-либо прежде.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) увеличивает производительность скважин в низкопроницаемых коллекторах, однако, его эффективность, не всегда высокая.

Гидроразрыв пласта – является одним из наиболее сложных видов работ в нефтегазовой отрасли, а также энергоемким и дорогостоящий процессом. Поэтому для обеспечения его окупаемости и технологического эффекта, необходимо тщательное изучение объекта обработки, производить множество исследований скважин, как гидродинамических так и геофизических.

### **Определение оптимальных параметров гидроразрыва с помощью методов машинного обучения**

Машинное обучение представляет собой область компьютерных наук, сочетающую в себе разработку алгоритмов и обработку статистических данных. При этом, для решаемых задач нет необходимости использовать так называемое программирование «извне» – вместо этого анализируются паттерны и взаимосвязи в изучаемых данных.

Смысл машинного обучения состоит в использовании данных для построения моделей, подходящих для решения правильно поставленных задач.

В объекте исследования использовался алгоритм градиентного бустинга регрессии для предсказания полудлины трещины, её ширины и количества проппанта. Данный метод строит модель предсказания в форме ансамбля слабых предсказывающих моделей деревьев и случайных лесов.

Бустинг или ускорение, первоначально называемый усилением гипотезы, относится к любому методу, который способен комбинировать нескольких слабых учеников в одного сильного ученика. Основная идея большинства методов бустинга предусматривает последовательное обучение прогноза, причем каждый из них старается исправить своего предшественника.

Цель данного алгоритма определить функцию потерь и минимизировать её, дав при этом прогноз.

Алгоритм градиентного бустинга регрессии деревьев решений позволяет строить аддитивную функцию в виде суммы деревьев решений итерационно по аналогии с методом градиентного спуска. Данный подход позволяет расширить круг решаемых этим алгоритмом задач, а также зачастую получить выигрыш в точности предсказания.

Решающие деревья – это семейством моделей, которые позволяют восстанавливать нелинейные зависимости произвольной сложности.

Градиентный спуск (рис. 1) представляет собой самый общий алгоритм оптимизации, способный находить оптимальные решения широкого диапазона задач. Основная идея градиентного спуска заключается в том,

чтобы итеративно подстраивать параметры для сведения к минимуму функции издержек.

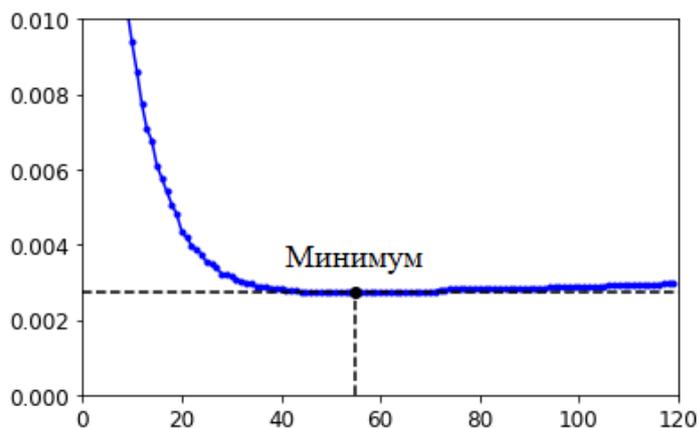


Рис. 1. Градиентный спуск

Градиентный спуск измеряет локальный градиент функции ошибок применительно к вектору параметров и двигается в направлении убывающего градиента, как только он становится нулевым и достигается минимум.

### **Определение оптимального направления трещины в неоднородном коллекторе, с помощью адаптации в гидродинамическом симуляторе tNavigator**

В гидродинамическом симуляторе была построена модель куба, в которой была задана неоднородная малая проницаемость, с помощью интерполяции методом трехмерной последовательной гауссовской симуляции (рис. 2).

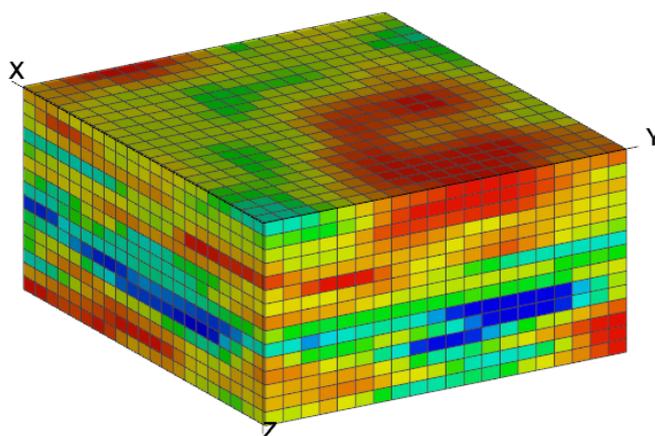


Рис. 2. Проницаемость модели

Последовательная гауссовская симуляция выполняется независимо для каждого слоя сетки, задача трёхмерной интерполяции сводится к задаче двумерной интерполяции.

Следующим шагом было добавление нагнетательной и добывающей скважины, непосредственно на последней была реализована трещина, параметры которой были предсказаны по прецедентам, методом, описанным в предыдущем пункте.

Оптимальное направление трещины (азимут) было найдено с помощью дифференциальной эволюции. Для данного метода был задан критерий проверки качества модели (целевая функция). Критериями являются максимизированная накопленная нефть и минимизированная накопленная вода для добывающей скважины. Так же при этом определялись оптимальный расход воды и забойное давление нагнетательной скважины для данного критерия.

Дифференциальная эволюция – это стохастический оптимизационный алгоритм, нацеленный на минимизацию целевой функции в заданном пространстве поиска. Для этого алгоритма устанавливается максимальное число итераций. За одну итерацию алгоритма происходит один запуск симулятора.

Алгоритм оперирует с некоторым набором векторов из пространства поиска. Этот набор называют популяцией. Чем больше размер популяции, тем лучше алгоритм будет работать с критериями. На первых итерациях алгоритм заполняет начальную популяцию случайными векторами из пространства поиска. Вектор, отвечающий базовой модели всегда включается в популяцию. После того, как начальная популяция заполнена, дифференциальная эволюция на каждой итерации составляет пробный вектор и вычисляет на нём целевую функцию, запуская симулятор. Пробный вектор составляется случайным смешением компонент целевого вектора и мутантного вектора:

$$V_{\text{пробный}} = C_r (V_{\text{целевой}}, V_{\text{мутантный}}) \quad (1)$$

Параметр  $C_r$  отвечает вероятности замещения компоненты целевого вектора компонентой мутантного вектора.

Мутантный вектор составляется как сумма базового вектора и нескольких разностей случайных векторов из популяции, умноженных на параметр  $F$ .

$$V_{\text{мутантный}} = V_{\text{базовый}} + F (V_{\text{случайный1}} - V_{\text{случайный2}}) + F (V_{\text{случайный3}} - V_{\text{случайный4}}) \quad (2)$$

Когда целевая функция (критерий) вычислена на пробном векторе, её значение сравнивается со значением целевой функции на целевом векторе.

Если пробный вектор предоставляет лучшее значение целевой функции, он замещает целевой вектор в популяции. И так алгоритм продолжает делать итерации, пока их число не превысит заданное значение.

## Результаты и обсуждение

В данной статье было рассмотрены оптимизационные методы моделирования гидроразрыва пласта.

Методы машинного обучения и оптимизационные алгоритмы гидродинамического симулятора, позволяет улучшить метод интерфиксации притока в неоднородных коллекторах. Машинное обучение позволяет сэкономить время на исследовании скважины подвергающееся воздействию, а также убрать неопределенность. Гидродинамическое моделирование позволит определить наилучшую траектории трещины для максимизации нефти и минимизации воды.

В дальнейших работах планируется задание целевой функции на экономических параметрах (NPV).

## Список литературы

1. Clayton V. Deutsch, Geostatistical Reservoir Modeling, Oxford University Press, 2002
2. Жерон, Орельен. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга»: 2018. – 688 с.: ил. – Парал. тит. англ.
3. Ын Анналин, Су Кеннет Теоретический минимум по Big Data. Всё, что нужно знать о больших данных. – СПб.: Питер, 2019. – 208 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»).

## Проценко А.Н.

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, procenko.a.n@edu.narfu.ru  
научный руководитель: Дорфман М.Б., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

## ТИПЫ РЕАГЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИН

### Введение

На данный момент времени основным способом поддержания пластового давления является заводнение. Но, несмотря на огромный ряд преимуществ, оно имеет свои недостатки. Как известно, большая часть нефтегазоносных пластов представляет из себя неоднородные и гидрофильные коллекторы. Ввиду этого, вода, поступающая в призабойную зону скважин (ПЗС) начинает оттеснять нефть от ствола скважины, уменьшая тем самым эффективную нефтенасыщенную толщину и образуя зону

капиллярно связанной воды (КСВ), из чего следует снижение продуктивности скважины. Это связано с тем, что каналы, необходимые для фильтрации нефти начинают закрываться, приводя к возникновению водяного барьера, и дебит скважины начинает падать вплоть до полного прекращения притока.

Рост водонасыщенности ПЗС также происходит вследствие проникновения фильтрата бурового раствора при первичном вскрытии, проникновении воды при глушениях и промывках скважин в период их эксплуатации. Так же значительное влияние оказывают геолого-физические свойства продуктивных пластов, такие как: высокое содержание глин в цементирующем материале, полимиктовый состав коллекторов, высокая вододерживающая способность коллекторов [1].

### **Роль гидрофобизаторов в нефтегазовой отрасли**

В связи с вышеперечисленным перед нефтегазодобывающими компаниями ставится задача о гидрофобизации призабойных зон, и, в качестве одного из решений данного вопроса, могут выступать различные химические реагенты – поверхностно активные вещества (ПАВ), изменяющие смачиваемость пористой среды в ПЗС, путем закачки в пласт гидрофобизирующей композиции. Это позволяет повысить нефтенасыщенность ПЗС и уменьшает фильтрационные сопротивления. При этом существует множество химических реагентов, что позволяет подобрать раствор для каждого месторождения или скважины индивидуально. Далее будут рассмотрены основные типы реагентов (составов), обладающих гидрофобизирующими свойствами.

ПАВ нашли активное применение в различных областях нефтегазовой промышленности, благодаря способности изменять свойства поверхностей и границы раздела фаз. Они активно используются на всех этапах добычи нефти, начиная от заканчивания скважин, добычи и подготовки продукции.

### **Критическая концентрация мицеллообразования**

Большое влияние оказывает величина критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), играющая важную роль практически во всех областях применения ПАВ в нефтяной промышленности. Например, в целом ряде процессов повышения нефтеотдачи применяются ПАВ, включая мицеллярное заводнение, щелочь-ПАВ-полимерное заводнение, закачку газов. В этих процессах поверхностно-активное вещество, как правило, должно присутствовать в концентрациях выше ККМ, поскольку наибольший эффект от его использования, будь то понижение межфазного натяжения [2] или улучшение стабильности пены [3], достигается при значительной концентрации мицелл. Основные типы ПАВ, с соответствующей величиной ККМ представлены в табл. 1.

Основные типы ПАВ

Тип ПАВ	Примеры	Величины ККМ
Анионный	Стеарат натрия	$10^{-3} \dots 10^{-2}$ М
	Додецилсульфат натрия	
	Додецилбензосульфат натрия	
Катионный	Додециламмонийхлорид	$10^{-3} \dots 10^{-1}$ М
	Додецилтриметиламмонийхлорид	
	Цетилтриметиламмонийбромид	
Неионный	Этоксильированный спирт	$10^{-3} \dots 10^{-1}$ М
	Этоксильированный алкилфенол	
	Полисорбат – 80	
	Полиметилсилоксан, модифицированный этилен – и пропиленоксидом	
Амфотерный	Додецилбетаин	$10^{-5} \dots 10^{-4}$ М
	Лаураמידопропилбетаин	
	Кокамидо-2-гидроксипропилсульфобетаин	

### Категории ПАВ

Наиболее распространенными являются пленкообразующие ПАВ. Ниже представлены их наиболее распространенные категории:

- Эфиры фосфорной кислоты
- Различные азотистые соединения
- Соединения серы часто с другими гетероатомами, такими как азот
- Различные азотистые соединения включают:
  - Соли аминов (поли)карбоновых кислот
  - Соли четвертичного аммония и бетаины (цвиттер-ионные)
  - Амидоамины и имидазолины
  - Многоатомные и этоксильированные амины / амидоамины
  - Амиды
  - Другие гетероциклические соединения

Следуя из вышеперечисленного, следует, что существует целый ряд соединений, представляющий из себя собой пленкообразующие ПАВ, которые являются потенциальными гидрофобизаторами за счет адсорбции на поверхности породы. На российском рынке представлено множество таких композиций, таких как: РХП-10, Гидрофобизатор ГФ-1, «ГФ-15 МПС марки 20», «Нефтенол К марка НК-20», «Концентрат ГФ-1 марки М», «Гидроксил марка 20», «Ипроден-П2 марка Б», «Сурфасол», «ЧАС-М», «ИВВ-1 марки «3-40», а также ингибиторов комплексного действия: «Азол 3020 марка В», «Ипроден К-2 марка Б», «ИТПС-508 марка Н», «УноКем 20001 марка D».

В ряде случаев предлагается использовать композиции, содержащие различные ПАВ, что позволяет усилить желаемый эффект. Кроме того, в

процессе лабораторных исследований могут быть разработаны новые композиции на основе ПАВ.

### **Заключение**

В настоящий момент применение ПАВ для гидрофобизации ПЗС достаточно актуально, ввиду постоянного увеличения роста водонасыщенности за весь период эксплуатации скважин. При этом большое количество разновидностей ПАВ позволяет подбирать составы для различных условий и требований.

Однако при подборе отдельных, готовых композиций или их самостоятельной разработке с целью восстановления гидрофобных свойств породы основным критическим фактором является их устойчивость и возможность реализации механизма действия в пластовых условиях.

### **Список литературы**

1. Минаков И.И. Гидрофобизация прискважинной зоны пласта составами на основе ПАВ с целью интенсификации добычи нефти: Диссерт. канд. техн. наук. – М.: ВНИИ, 2001. – 152 с.
2. Schramm, L.L., Ed., Emulsions, Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry: American Chemical Society: Washington, DC, 1992.
3. Schramm, L.L., Ed., Foams, Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry: American Chemical Society: Washington, DC, 1994.

### **Рачков А.В.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [hels-hels@list.ru](mailto:hels-hels@list.ru)

Научный руководитель: Шошина К.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий

### **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ПРИВЛЕЧЕНИЯ И УДЕРЖАНИЯ КЛИЕНТОВ**

Большая скорость развития все новых технологий, а так же уменьшением в объеме устройств с сохранением их первоначальной мощности, дало возможность производителям создавать персональные мобильные устройства и гаджеты. В мире насчитывается около 2 500 000 000 смартфонов, находящихся в активном пользовании и это число с каждым годом возрастает. Исходя из этих факторов, мобильное приложение может использоваться как сильное средство маркетинга для привлечения новых и удержания старых клиентов.

В стремительно развивающемся обществе и постоянной спешке, пользователям становится гораздо удобнее получать информацию, используя мобильные устройства. Не зависимо от того в какой сфере он работает или в какой ситуации находится. Он может стоять в очереди или находится в движении, быть связан с бизнесом или просто зашел в кафе. Во всех случаях у пользователя под рукой мобильное устройство, из которого он получает информацию или работает.

В современном мире сложно представить человека, не имеющего при себе хотя бы одного мобильного устройства: смартфона, планшетного компьютера или смарт часов. Ведь это устройство несет в себе множество полезных функций от стандартных приложений таких как – часы, калькулятор, календарь, диктофон, и компас до специально разработанных под конкретную задачу приложений.

Для начала стоит разобраться в том, что такое мобильные приложения – это специальное программное обеспечение, разработанное под определенное мобильное устройство и под конкретную платформу. Может быть предустановлено изначально заводом изготовителем или загружено из внешних источников таких, как App Store, Google Play конечным пользователем.

При анализе мобильного рынка приложений стало очевидно то, что они становятся не только средством коммуникации, но и превращаются в каналы распространения медиа. В связи с этим стали появляться новые приложения позволяющие пользователю достичь наиболее комфортного и эффективного пребывания в медиа пространстве.

Тенденция увеличения количества клиентов наблюдается у тех фирм, которые активно используют PR-компанию при помощи мобильного приложения. Это утверждение так же подтверждает исследование, проведенное компанией «Criteo» в области маркетинговых технологий и услуг в сфере торговли. За 2018 год, наибольшее число онлайн-покупок в мире совершается со смартфонов и доля продаж произведенных с них с каждым годом только увеличивается. В России 84 % продаж происходят со смартфона [1].

Эпоха, когда скорость интернета была небольшой, а сайт мог открываться длительное время прошла. Сейчас пользователи находятся в постоянном движении, особенно это проявляется в крупных городах. Длительные загрузки сайтов раздражают и не подходят под современные темпы жизни. Около 46 % пользователей смартфонов покидают страницу, если она не открывается в течение первых 10 секунд, о чем свидетельствует исследование Kissmetrics [2].

С этой проблемой хорошо справляется приложение, так как в отличие от сайта ему не требуется при каждом открытии заново загружать всю информацию потому, что некоторая её часть хранится на устройстве.

Нахождение приложения на мобильном устройстве дает нам еще одно несомненное преимущество, а именно то, что повышается лояльность клиента. Это происходит вследствие того, что часто встречающаяся иконка на устройстве неосознанно подталкивает его к совершению покупки. Вследствие чего коэффициент удержания увеличивается на пятьдесят процентов по отношению к мобильным сайтам. Аналогичным образом это влияет и на конверсию посетителей в покупателей. Вследствие чего повышаются и объемы продаж.

Еще одним преимуществом приложения над сайтом является отсутствие на последнем push-уведомлений. Правильная рассылка является наиболее эффективным способом стимулирования пользователя к совершению, каких-либо действий в отличие от e-mail и SMS-сообщений. Исследование, проведенное Social Media Today, предоставляет следующие преимущества:

- низкая стоимость рекламной компании;
- мгновенная доставка при большом охвате;
- низкий процент отказа [3].

Временная составляющая мобильного интернета увеличивается с каждым годом. Так в 2012 году время, которое пользователь проводил в мобильном онлайн, составляла приблизительно 74 минуты в день, а к 2014 году эта цифра выросла до 108 минут в день [4]. Вследствие чего компания, которая имеет в своем распоряжении приложение для мобильного устройства, может получать часть клиентов из этого рынка.

Под мобильным бизнесом, прежде всего, понимается обмен товарами, услугами и информацией с использованием мобильных технологий. Компании, которые занимаются обслуживанием клиентов, в основе своей используют подход В2С это бизнес прямых продаж. В данном случае пользователями такого рода приложения являются сами клиенты, а инициатором приложения организация [5]. Однако не стоит забывать и про подход В2В – бизнес для бизнеса. Он занимает на 30 процентов меньшую долю рынка, чем В2С.

Одно из отличий между данными подходами заключается в источниках клиентов. Для В2С часть покупателей приходит за товаром сама, а другую часть нужно убеждать в покупке. Для В2В рынка характерно то, что большую часть клиентов нужно заинтересовать в товаре.

Для решения задачи по привлечению новых клиентов и удержанию старых, иными словами для реализации PR-компаний, можно объединить категорию бизнес приложение с категорией анонсы. В категорию анонсы входят: печатные издания, журналы и другие средства массовой информации. Благодаря этому появляется возможность существенно расширить аудиторию лидов (потенциальных клиентов).

Потенциальный клиент, отреагировавший каким-либо образом на маркетинговую составляющую компании, станет ее клиентом с большей долей вероятности, если он оставит свои контактные данные. В результате у компании появится дополнительная возможность последующей менеджерской работы с ним.

Не стоит утруждать человека лишними звонками в компанию, а тем более походом по конкретному адресу для уточнения каких либо деталей. Простой человек из-за своей занятости или элементарной лени не реагирует на подобные предложения, отправленные через e-mail-рассылку или с использованием социальных сетей. Так же мало эффективна простая раздача листовок на улице с указанием адреса и номера телефона. Наилучшим вариантом решения этой проблемы является создание мобильного приложения и его последующее продвижение. При входе в приложение пользователю будет предложена для заполнения анкета с указанием контактных данных, которыми можно будет воспользоваться для рассказа о наличии товара, различных акций, предложения скидок и так далее.

В некоторых случаях с экономической точки зрения, чем постоянно тратиться на печать листовок и содержание их распространителей выгоднее разово вложиться в создание мобильного приложения, в котором существует гораздо больше возможностей для привлечения новых клиентов, а так же удержания старых.

### Список литературы

1. Criteo: 63 % мобильных продаж совершаются в приложениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sostav.ru/publication/criteo-63-mobilnykh-prodazh-sovershayutsya-v-prilozheniyakh-29166.html> (дата обращения: 26.10.2019).
2. How Loading Time Affects Your Bottom Line [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neilpatel.com/blog/loading-time/?wide=1> (дата обращения: 26.10.2019).
3. E-mail vs. SMS vs. Push Notifications: Which Is Most Effective | Social Media Today Line [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.socialmediatoday.com/content/e-mail-vs-sms-vs-push-notifications-which-most-effective> (дата обращения: 26.10.2019).
4. Рабимов, Н.Р. Туракулов, И. Мобильные приложения и их роль в жизни современного человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mobilnye-prilozheni>. (дата обращения: 26.10.2019).
5. Образцова, В. С. Мобильные приложения для бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/15859544> (дата обращения: 26.10.2019).

**Рачков А.В.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
hels-hels@list.ru

Научный руководитель: Шошина К.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В современном мире в рыночной экономике управление проектами является одним из наиболее значимых частей формирования бизнеса. Методы и средства управления проектами применяются на многих этапах во всех сферах проектно-ориентированной деятельности. Сейчас практически невозможно назвать хотя бы несколько фирм, проектов, стартапов, которые осуществляют свою деятельность без применения способов управления проектами.

Стоит определиться с тем, что же такое проект и управление проектами. Одно из наиболее полных определений проекта гласит «проект – системный комплекс плановых документов, содержащих комплексно системную модель действий, направленных на достижение оригинальной цели» [1]. Управление проектами – процесс, но каким он будет, зависит от типа и сложности продукта. Главное на что он направлен это определение цели проекта, достижение которой происходит в балансе между объемом работ, ресурсами, качеством и рисками[2]. Не существует одной, единой системы управления проектами подходящей для любого из видов проекта, так как все проекты разные, имеют свои отличия и нюансы.

Управление проектами связывают деятельность по руководству и координации людских и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла проекта с использованием методов управления направленных на достижение запланированных результатов в процессе выполнения работ, их стоимости, времени и качеству выполнения. В основе управления лежит программное обеспечение, которое хранит в себе формальную модель проекта в виде динамического комплекса работ их характеристик и показателей проекта. В результате чего могут осуществляться:

планирование и прогнозирование действий в определенный момент времени с учетом текущего положения дел;

регулирование хода выполнения проекта путем его перепланирования;

постоянный мониторинг, контроль различных показателей проекта, таких как ресурсы, работы, средства [3].

Компьютерная программа содержит в себе множество функций, однако доступ к ней может осуществляться только из офиса. Что в условиях быстро развивающейся ситуации на рынке является малоэффективным.

Решением данной проблемы может стать создание мобильного приложения, которое будет содержать в себе основные, наиболее важные функции и возможности его стационарного аналога.

В результате анализа проведенного Международной ассоциацией управления проектами, использование средств и методов управления проектами дает возможность экономии от 20 до 30 % времени, а так же от 15 до 20 % затрачиваемых средств на реализацию запланированных проектов [4]. Однако в России ситуация заключается в том, что внедрение управления проектами приносит наибольшую эффективность в разделе финансов, нежели чем в сроках, что может быть связано с различным уровнем развития управленческих технологий.

Мобильное приложение за счет снижения стоимости внедрения продукта по средствам того, что мобильные устройства имеются у большинства граждан, в свою очередь, позволит расширить применение проектного управления в различных направлениях бизнеса. Мобильность и скорость реагирования одни из основных качеств в управлении проектами позволяющие достичь наибольших результатов. Однако так же не малую роль играет подготовленность специалистов для решения управленческих задач в проекте. При совмещении этих двух качеств получается руководитель, который максимально быстро реагирует на вызовы, принимает решения и имеет доступ ко всей актуальной информации по проекту.

### Список литературы

1. Шапиро В.Д. Управление проектами. Санкт Петербург: ДваТриИ, 1996. 610 с.
2. Топ – 7 методов управления проектами: Agile, Scrum, Kanban, PGICE2 и другие [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.pmservices.ru/project-management-news/top-7-metodov-upravleniya-proektami-agile-scrum-kanban-prince2-i-drugie/> (дата обращения: 26.03.2020).
3. Управление проектами – не использованный ресурс в экономике России [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://blog.iteam.ru/upravlenie-proektami-neispolzovannyj-resurs-v-ekonomike-rossii/> (дата обращения: 26.03.2020).
4. Зачем малому бизнесу мобильное приложение [Электронный ресурс]. – Режим <https://www.azoft.ru/blog/zachem-biznesu-mobilnoe-prilozhenie/> (дата обращения: 26.03.2020).

**Рогачева Е.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, rogacheva.e@edu.narfu.ru

Научный руководитель: Бутаков С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Арктика – крайне необычный и перспективный регион, который с давних пор привлекал исследователей, первооткрывателей и даже сторонников теорий заговоров. В современном мире Арктика представляет собой площадку для развития науки и международных отношений; является крайне важным геостратегическим регионом, получение и расширение сферы влияния в котором имеет огромное политическое и экономическое значение для страны [1].

Политическая ситуация, сложившаяся вокруг Арктического региона, достаточно напряженная, что подчеркивает важность этого региона в развитии общества. Но мало обладать этими богатыми и перспективными территориями – их необходимо развивать, так как иначе они не смогут принести пользы. Неразвитость энергетической и транспортной инфраструктуры Арктики на данный момент является основной проблемой в освоении этих территорий. Существующее большое количество проектов, связанных с ядерными источниками энергии в полярных условиях, дает надежду, что решение этой проблемы – это всего лишь вопрос времени. Каковы же перспективы развития атомного энергоснабжения арктических территорий?

Одной из основных задач энергетической стратегии Арктики является развитие малой энергетики в зоне децентрализованного энергоснабжения. Пути распространения малой энергетики должны разрабатываться на основе многофакторного анализа, учитывать социальные, экономические и природно-климатические условия данных регионов и основываться на перспективной потребности региона в энергоустановках [2].

Начнем с российских проектов. Наибольший интерес к энергоснабжению Арктики проявляет сегодня «Росатом». У Госкорпорации есть примерно 20 проектов электроустановок на основе малых атомных реакторов, самый известный и наиболее разработанный из которых – плавучая атомная электростанция «Академик Ломоносов» мощностью 70 МВт, которая 19 декабря 2019 года начала снабжать электроэнергией изолированную сеть Чаун-Билибинского узла Чукотского АО [3].

Другой не менее интересный разрабатываемый проект – атомная турбогенераторная установка (АТГУ) «Шельф» мощностью 6,4 МВт, разработанная для энергоснабжения технических устройств, применяемых на нефтегазовых месторождениях, в том числе значительно удаленных от бе-

рега. Данная установка позволяет размещать её на месторождениях во всевозможных видах и вариантах, а также транспортировать при необходимости [4]. ЦКБ «Рубин» и «ОКБМ Африкантов» предлагают аналогичное решение, но ещё более мощное и выносливое: атомная станция малой мощности «Айсберг» способна выдавать 24 МВт и работать до 8000 часов без перезарядки топлива («Шельф» – только 5000 часов). «Айсберг», по сути, является советской наработкой, но усилия российских ученых превратили его в энергетический комплекс, легко сочетаемый с буровыми, сейсморазведочными и прочими установками [5].

Из проектов, которые в скором времени могут воплотиться в жизнь, стоит отметить атомную станцию малой мощности «Ритм-200», согласование строительства которой идет полным ходом. Эта станция будет построена в с. Усть-Куйга в интересах будущего золотодобывающего предприятия на месторождении Кючюс Усть-Янского улуса Якутии [6].

Технические данные реактивной установки «Ритм-200», представленные научно-производственным центром «ОКБМ Африкантов», весьма впечатляющие: мощность 57 МВт (электрических), 165 МВт (тепловых), срок работы 60 лет, периодичность перегрузки топлива 6 лет, вес станции 1100 т, инфраструктура располагается на площади 6 га. Стоимость возведения также впечатляет – 23 млрд руб. (цена 2014 г.). Реактивная установка разрабатывается по технологиям атомных подводных лодок и ледоколов, но при этом будет соответствовать требованиям, предъявляемым к четвертому поколению ядерных систем (впервые в мировой практике) [7].

К сожалению, кроме очевидных преимуществ, у этой и подобных ей атомных станциях есть и минусы: они слишком мощные, так как регион не испытывает нужды в таких объемах энергии, дорогие, сложные, тяжелые, а в сложных условиях Арктики паротурбинные установки с водяным рабочей средой плохо подходят из-за соображений надёжности и бесперебойности энергоснабжения. К реактивной установке требуются резервные мощности, много высококвалифицированных атомщиков и необходимая хорошо развитая ядерная инфраструктура.

Для рассмотрения проблем малой энергетики Арктики «Испытательный Полигон Холода» Академии наук Якутии в 2012 году организовал межотраслевой творческий коллектив, который предложил к использованию атомные станции микро и мини мощностей (в пределах от 15 кВт до 10 МВт). В Концепции атомных станций микро и мини мощностей, разработанной при поддержке Академии Наук Якутии содержатся проекты типов АСМИ, в частности предполагается конструирование унифицированной когенерационной станции со среднетемпературным воздухоохлаждаемым атомным реактором с тепловым спектром нейтронов на базе водяного замедлителя.

Этот проект нашел поддержку у президента США Дональда Трампа, который в рамках «энергетической недели» в июне 2017 года поставил правительству задачу по разработке и внедрению безопасных ядерных микрореакторов мощностью до 15 МВт.

В Росатоме также имеется понимание необходимости ускоренного развития атомных станций микро и мини мощностей, но нет уверенности в том, что для разработки будут выбраны оптимальные варианты малых станций. К сожалению, их разработка на общественных началах идёт очень медленно, хотя явно удалось продвинуться в сравнении с зарубежными разработками, выявить направления создания качественно новых реактивных установок, не имеющих зарубежных аналогов. Но отечественный приоритет может быть утерян, если эти работы не найдут должной поддержки.

Подводя итог, можно сказать, что атомное энергоснабжение – довольно перспективное направление в развитии Арктики, проекты в котором имеет многие арктические страны. На данный момент лидирующей страной в этом сегменте энергетики является Россия, как обладатель наибольшего числа проектов и разработок в данной области. К несчастью, отсутствие должного финансирования и развитой инфраструктуры сильно тормозят процесс воплощения замыслов в реальность, и другие страны Арктического Совета могут перехватить инициативу технического освоения арктических территорий. Также необходимо помнить, что активное освоение Арктики может нанести непоправимый вред экологии и природно-биологическому разнообразию региона.

### Список литературы

1. Рогачев И.В. Российско-Норвежское взаимодействие в Арктике // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию: материалы I международной молодежной научно-практической конференции. 2018. С. 119–123.
2. Румянцева Е.И., Румянцева А.В., Суворов А.С. Развитие атомной энергетики в Арктике: проблемы и перспективы. Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия. Режим доступа: [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/72343/1/sueb\\_2019\\_038.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/72343/1/sueb_2019_038.pdf) (дата обращения 16.02.2020).
3. Энергоснабжение Арктики: малый атом. Режим доступа: <https://peretok.ru/articles/strategy/15052/> (дата обращения 16.02.2020).
4. Рогачева Е.А. Российские ядерные технологии будущего в Арктике: материалы I Международной научно-практической конференции. 2019, С. 48–54.
5. Малая энергетика для Арктики. Режим доступа: <https://www.sonar2050.org/publications/malaya-energetika-dlya-bolshoy-arktiki-pochemu-rf-i-rb-doljny-delat-malые-aes-vmeste/> (дата обращения: 21.03.2020).
6. Материалы Восточного экономического форума ВЭФ-2018 и ВЭФ-2019; «МК в Якутии» №37 от 4-11.09.2019; «Якутск вечерний», № 42, от 25.10.2019.
7. Атомные станции малой мощности для Арктики. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/219585304> (дата обращения 16.02.2020).

**Романова А.Р.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
romashkinaarina070269@gmail.com

Научный руководитель: Чижова Л.А., канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ**

В настоящее время информационная составляющая является важнейшим компонентом, обеспечивающим эффективность деятельности российских предприятий [1, С. 14]. Особенно остро вопрос информационного обеспечения и применения современных информационных технологий звучит для предприятий, чья деятельность связана со сферой логистики. Однако, деятельность в области логистики сегодня очень разнообразна. Так, по функциональному признаку выделяют следующие виды логистики: закупочная, производственная, сбытовая, транспортная, информационная, финансовая [2, С. 64].

Логистика изучает материальные и информационные потоки, при этом последние должны передавать реальную картину процессов производства, материально-технического снабжения и сбыта [3, С. 6]. Практический опыт показывает, что в структуре валового национального продукта экономически развитых государств, сферы деятельности, связанные с логистикой занимают долю порядка 30 %. При этом экономистами определено, что сокращение затрат на логистику может привести к росту оборота компании на 10 % [4, С. 62].

Сегодня информационные технологии (вычислительные сети, телекоммуникационные системы и информационно-программное обеспечение) стали постоянным атрибутом логистических процессов [5, С. 77]. Ряд ключевых задач, решаемых при помощи автоматизированной информационной системы логистики, схематично представлен на рисунке 1.

Современное информационное обеспечение процессов логистики предприятий чаще строится на основе модулей, которые позволяют с помощью различных функциональных приложений формировать единую информационную систему [7, С. 29]. Например, для транспортной системы основной задачей является доставка требуемого количества товара в нужную точку оптимальным маршрутом за требуемое время и с наименьшими издержками. Все это возможно реализовать, используя для всех участников перевозок единую интегрированную логистическую систему, построенную на базе информационных технологий. Для решения подобных задач для транспортных предприятий наиболее подходят такие системы как: Antor LogisticsMaster, «БИТ-НОВА: Управление транспортной

логистикой», «1С-Рарус: Транспортная логистика и экспедирование» и другие IT решения [8, С. 125].



Рис. 1. Ключевые задачи, решаемые при помощи автоматизированной информационной системы логистики на предприятии [6, С. 88].

Интернет-технологии внесли серьёзные изменения в используемую логистическую концепцию деятельности большинства предприятий. Сегодня для управления логистическими процессами предприятие может использовать «облачные» технологии (приложения), которые по своей сути являются современной моделью предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов [9, С. 172].

Все большее число компаний, деятельность которых связана с логистикой транспортных потоков, обращаются сегодня к услугам виртуальных логистических провайдеров (VLP). Программное обеспечение, используемое VLP, располагается на виртуальном сервере и предназначено для индивидуального использования виртуальным логистическим провайдером. Основной целью деятельности VLP является решение поставленных перед ним логистических задач по требованию клиента. Примерами базовых виртуальных логистических провайдеров являются такие сервисы как «ру.трекер», «автотариф» и другие сервисы, которые выполняют оп-

тимизацию маршрутов движения; занимаются подбором попутных грузов, предоставляют услуги транспортных порталов, грузоперевозчиков и экспедиторских услуг [10, С. 88].

В настоящее время любое предприятие из сферы логистики, ставит одной из основных задач своей деятельности ориентацию на клиента, что, безусловно, требует информационных технологий. Наиболее известной и распространенной автоматизированной системой конфигурации сбора и анализа данных, позволяющей предприятию эффективно управлять взаимоотношениями с клиентами, поставщиками и другими контрагентами, является Customer Relationship Management (CRM) [11, С. 86].

Сегодня пользователям предлагается большой выбор прикладного программного обеспечения систем взаимоотношениями с клиентами (CRM-систем). Российский рынок CRM-систем предлагает коробочные продукты и облачные решения. Облачные CRM-системы имеют ряд преимуществ: не требуется закупка технического обеспечения; сокращается время внедрения продукта, т.к. после регистрации система создается автоматически; доступ через интернет; отсутствие затрат на техническую поддержку; нет необходимости привлекать дополнительных сотрудников для настройки и введения в эксплуатацию; стабильность работы системы; облачные решения в несколько раз дешевле коробочных; возможность внедрения на малых предприятиях.

Рассмотрим ряд CRM-систем более подробно.

Например, CRM-система «Битрикс24» работает с 2009 года, ориентирована на российский рынок, быстро и уверенно развивается. «Битрикс24» является многофункциональной системой, упрощающей работу не только с клиентами, но и помогающей вести процессы внутри компании. Данной системой предлагаются, как облачные так и «коробочные» решения. Недостатки CRM-системы «Битрикс24»: слишком много функций, сравнительно долго и трудно обучаться её использованию; слабая проработка CRM: нет договоров, контрактов, шаблонов документов.

АmoCRM существует на рынке уже 9 лет. Если «Битрикс24» многофункциональный и сложный, то АmoCRM является ее полной противоположностью: только «облако», только CRM и простота, есть понятная воронка продаж и телефония. Но, у данной CRM-системы существуют и недостатки, среди которых отметим: низкую функциональность; только облачное решение; покупка минимум на полгода.

«Мегаплан» – это российская CRM-система, созданная в 2008 году, по своим масштабам уступающая «Битрикс24». Достоинством «Мегаплан» является повышенное внимание к комфорту пользователя, бухгалтерии и документации. Для руководителей предприятий данная CRM-система полезна тем, что позволяет контролировать статистику выполнения задач, продажи, включая продвижение по воронке. Недостатки CRM-

системы «Мегаплан»: сложный интерфейс; отсутствие возможности строить сложные отчеты: учёт склада, перекрестный учёт.

S2 – это система автоматизации бизнес-процессов, CRM, позволяющая вести: финансовый учёт, склад, кассу, онлайн-отчеты и т.д. К достоинствам системы относятся: интуитивно понятный интерфейс; наличие специальных модулей по отслеживанию груза и маршрутов; обширная справка с инструкциями; интеграция с 1С, телефонией, соцсетями и мессенджерами; возможность создания большого количества автоматических бизнес-процессов по любым задачам; встроенный календарь; возможность контроля загруженности персонала; регулируемые модули подстраиваются под специфику бизнеса; CRM напоминает о дате продления договора, о необходимости связаться с клиентом, выставляет счета и отслеживает оплату; отображается количество заключенных и упущенных сделок (их сумма); отчетность ведется в режиме реального времени. Недостатки CRM-системы: без дополнительной платы разработчики не добавляют нужные функции; в шаблонах документов отсутствует функция автосохранения.

Представим сравнительный анализ характеристик рассмотренных выше CRM-систем в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика CRM-систем

CRM	Битрикс 24	АмоCRM	Мегаплан	S2
Удобный интерфейс (от 1 до 5)	2	3	2	4
Интеграция с соцсетями, телефонией, почтой и пр.	+	+	+	+
Интеграция с 1С	+	+	+	+
Инструменты для анализа и систематизации	+	+	-	+
Конструктор бизнес-процессов	+	-	+	+
«Коробка»	+	-	+	-
«Облако»	+	+	+	+
Экспорт/импорт	Excel, CSV, docx, pdf	Excel, CSV	Excel	Excel, CSV. Docx, pdf
Техподдержка	Есть обучающие ролики, вебинары, форум. Техподдержка 24 часа в стуки на сайте	Форум. С 9 до 19 часов по московскому времени по телефону или e-mail	Круглосуточная бесплатная по телефону, e-mail или в разделе «Помощь»	Есть обучающие видеуроки, справочный центр по e-mail, бесплатные звонки в рабочее время операторам

CRM	Битрикс 24	АмоCRM	Мегаплан	S2
Цена	«Онлайн-тариф» – стоит от 1000 руб./мес. до 11000 руб./мес. Имеется бесплатный тариф под названием «Проект», предполагающий CRM и облачное хранилище для каждого пользователя (до 5 Гб). «Проект+» – стоит 30 руб./мес. с сотрудника. «Команда» – даёт 100 Гб пространства, стоит 135 руб./мес. с каждого. «Компания» – 265 руб./мес.	«Расширенный» – стоит 800 руб./мес. «Профессиональный» – стоит 1500 руб./мес. «Микробизнес» – стоит 5000 руб./год. «Старт-ап» – стоит 15000 руб./год.	Облако – от 300 руб./мес. Коробка – от 5300 руб./мес.	«Старт» – от 240 руб./мес. «Компания» – от 455 руб./мес. «Корпорация» – 665 руб./мес.

Сравнительный анализ характеристик разных CRM-систем (табл. 1) может стать основой для выбора программного продукта, который позволит компании обеспечить эффективное взаимоотношение с клиентами, частично нивелируя риски бизнеса. Отметим, что подробное описание факторов риска внешней и внутренней среды предприятия, а также особенности рисков бизнеса северных территорий представлено в работе [12, С. 34]

Если сопоставить возможности и функционал программного обеспечения процессов логистики, то приоритет будет за автоматизацией процессов, позволяющих формировать базы данных, систематически актуализировать их, сокращать время и упрощать обработку информации, обеспечивать удобство хранения информации и наращивать скорость её поиска.

Таким образом, использование современной IT-инфраструктуры в логистике не только повышает уровень сервиса, но и помогает современному предприятию найти свою целевую аудиторию, сформировать свой рыночный сегмент и добиться повышения эффективности своей деятельности в сложных условиях конкурентной среды.

### Список литературы

1. Факторы устойчивого развития регионов России: монография / Г.Р. Гибадатова, Т.С. Гринько, А.А. Давыдова и др. / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Книга 16. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 283 с.
2. Папшева Я.П., Черникова О.П. Логистические информационные системы предприятий // Проблемы Науки. 2016. № 33 (75). С. 63–65.
3. Сергеев В.И. Логистика: Информационные системы и технологии: учебно-практическое пособие / Сергеев В.И., Григорьев М.Н., Уваров С.А. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 608 с.
4. Гелета И.В., Петров Д.С. Роль логистики в управлении предприятием // Проблемы Науки. 2016. № 33 (75). С. 61–63.

5. Вайгандт Н.Ю. Современные информационные технологии в автоматизированных системах управления транспортными комплексами // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2013. № 4 (20). С. 77–81.

6. Скалзубова М.Д. Использование информационных технологий и систем в управлении логистикой предприятия // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2015. № 4 (15). С. 86–90.

7. Левкин Г.Г., Никифоров О.А. Информационное обеспечение процессов логистической системы предприятия // Проблемы Науки. 2017. № 11 (93). С. 29–31.

8. Лопухов Н.В., Астафурова О.А., Сальникова Н.А. Использование информационных технологий в управлении логистикой города // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2016. № 1 (16). С. 123–127.

9. Пахолкова А.Ю. Анализ новых информационных технологий, используемых в логистике // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы IV Международной научной конференции (г. Москва, июнь 2016 г.). – М.: Буки-Веди, 2016. С. 170–174.

10. Борисова В.В., Кудряшова П.А. Виртуальные логистические операторы: зарубежный опыт и Российская практика // Известия СПбГЭУ. 2019. № 2 (116). С. 83–89.

11. Воронцова Ю.В., Кафиятуллина Ю.Н. Исследование программного обеспечения для эффективного управления взаимоотношениями с клиентами // Вестник ГУУ. 2014. № 6. С. 84–90.

12. Бизнес-сообщество Русского Севера: модели поведения: монография / А.Г. Тутьгин, В.Б. Коробов, Л.А. Чижова, К.О. Малинина. – Ростов н/Д: Легион-М, 2018. – 244 с.

### **Романюк К.А.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [kсениya.romanyuk@gmail.com](mailto:kсениya.romanyuk@gmail.com)

Научный руководитель: Лыткина Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

## **РЕАЛИЗАЦИИ РЕИНЖИНИРИНГА БИЛЛИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ ЖКХ ПРИАКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Аннотация:** рассматриваются вопросы реализации реинжиниринга биллинговой информационной системы предприятия сферы жилищно-коммунального хозяйства, находящегося на приарктических территориях, в связи с заключением концессионного соглашения и функционирования предприятия в переходный момент до внедрения корпоративной информационной системы и эффект от реализованных мероприятий.

*Ключевые слова:* реинжиниринг, ЖКХ, биллинговая система, концессия

Сфера жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) одна из важнейших отраслей в сфере экономики России, которая к сожалению имеет множество проблем.

Большинство предприятий в сфере ЖКХ – унитарные предприятия, находящиеся в плачевном состоянии. Предприятия банкротятся, т.к несут колоссальные убытки. В последнее время в России наблюдается тенденция перехода предприятий в сфере ЖКХ к частным компаниям-инвесторам, работающим по договору концессии.

9 октября 2018 года между администрацией муниципального образования, ООО «РВК-Центр» и Архангельской областью, выступающей в качестве субъект РФ было подписано концессионное соглашение в сфере водоснабжения и водоотведения. Согласно данному соглашению гарантирующим поставщиком в сфере водоснабжения и водоотведения в городе Архангельске становится частный оператор ООО «РВК-центр» сроком на 49 лет.

С 23 января 2020 года ООО «РВК-Центр» сменил наименование на ООО «РВК-Архангельск». Причина смены имени – вступление состав группы компаний «Росводоканал».

ООО «РВК-Архангельск» стал седьмым предприятием группы компаний Росводоканал и первым в группе, находящимся в практическом регионе.

Начиная с декабря 2018 года сотрудниками группы компаний, совместно с сотрудниками Архангельского Водоканала проводился анализ деятельности, для выявления особенностей в работе, а также проверка на соответствие требованиям группы компаний. Каждое предприятие группы компаний должно соблюдать жестким регламентам и стандартам, разработанные на основе действующих нормативно-правовых документов, регламентирующие деятельность предприятий группы компаний.

Были выявлены особенности инфраструктуры водоснабжения и водоотведения, свойственные приарктическому региону, обусловленные резкими и частыми переменаами климата, разрозненностью поселений (в случае с Архангельском это островные территории). Одним из ключевых критериев эффективности предприятия в сфере водоснабжения и водоотведения является минимизация потерь на сетях. В связи с описанными выше особенностями и плачевным состоянием предприятия потери составляли более 50 %.

Со стороны коммерческой дирекции была выявлена необходимость в проведении категоризации абонентов, актуализации видов расчет с абонентами, а также расчета потерь и порядка формирования полезного отпуска воды и стоков, согласно регламентам, действующим в группе компаний. Также были выявлены нюансы, характерные только для Архангельского Водоканале. Например, самостоятельное начисление льгот. В других предприятиях группы компаний начислением льгот занимаются органы социальной защиты.

В группе компании не первый год идет подготовка к внедрению в тестовом режиме корпоративной биллинговой и информационной системы. 2019 год стал переходным для Архангельского Водоканал, многие процес-

сы сложно поддавались преобразованию под форматы группы компаний, поэтому группой компании было принято решение о реинжиниринге существующей биллинговой системы до внедрения корпоративной системы, переход на которую планируется в 2021 году.

В «Современном экономическом словаре» дано следующее определение реинжиниринга: это деятельность по модернизации ранее реализованных технических решений на действующем объекте [2].

Биллинговая система является важным инструментом в деятельности предприятия. Биллинг это производная от английского слова «bill», которое можно перевести как «счет», а «billing» – «выписывание счета».

Таким образом, биллинговая система – это автоматизированная система по приему платежей населения, к функциям которой относятся прием платежей, а также взаимодействие с поставщиками услуг в части автоматизированного обмена реестрами задолженностей и принятых платежей.

Биллинговые системы впервые нашли свое применение в сфере телекоммуникаций. В ходе процесса диверсификации биллинговые системы стали использоваться во всех сферах ЖКХ, в том числе и водоснабжении.

К основным функциям биллинговых систем можно отнести:

- расчет и начисление оплат за потребленные услуги, перерасчеты;
- распределение платежей;
- аналитику сбытовой деятельности;
- претензионно-исковую работу.

Схематично структура биллинговой системы ООО «РВК-Архангельск» представлена на рис. 1.



Рис. 1. Функции биллинговых систем сферы ЖКХ

Для Архангельска были разработаны этапы реинжиниринга биллинговой информационной системы:

1. Формирование основных требований, на основе которых будет формироваться техническое задание на доработку биллинговой информационной системы.

2. Формирование технической документации на доработку биллинговой информационной системы.

3. Разработка (прямой реинжиниринг).

4. Внедрение биллинговой системы после доработки [3].

На текущий момент внедрена большая часть расчетов, например:

- отрицательные СОИ (содержание общедомового имущества). Это отрицательная дельта между объемом потребления воды в жилых и нежилых помещениях и показаниями общедомового прибора учёта;

- применение расчетного метода (метода расчета по пропускной способности) для абонентов, у которых прибор учета более 6 месяцев в поверке или неработоспособен. Ранее данный метод применялся лишь для абаонентов, у которых были выявлены нарушения в ходе проверок, проводимых инспекцией водных ресурсов. Сейчас в системе реализован механизм, который позволяет начислить данную штрафную меру за несоблюдение собственником межповерочного интервала и ненадлежащего использования прибора учета;

- расчет пени за несвоевременную оплату услуг по водоснабжению и водоотведению по единой методике, применяемой в группе компаний.

Приведены именно эти виды расчетов, т.к внедрение их в октябре и ноябре 2019 года помогло минимизировать отставание от показателей бизнес плана 2019 года.

Динамика по реализации начислений (выручки) за услуги водоснабжения и водоотведения (ВиВ) в сравнении с плановыми значениями приведена на рис. 2.

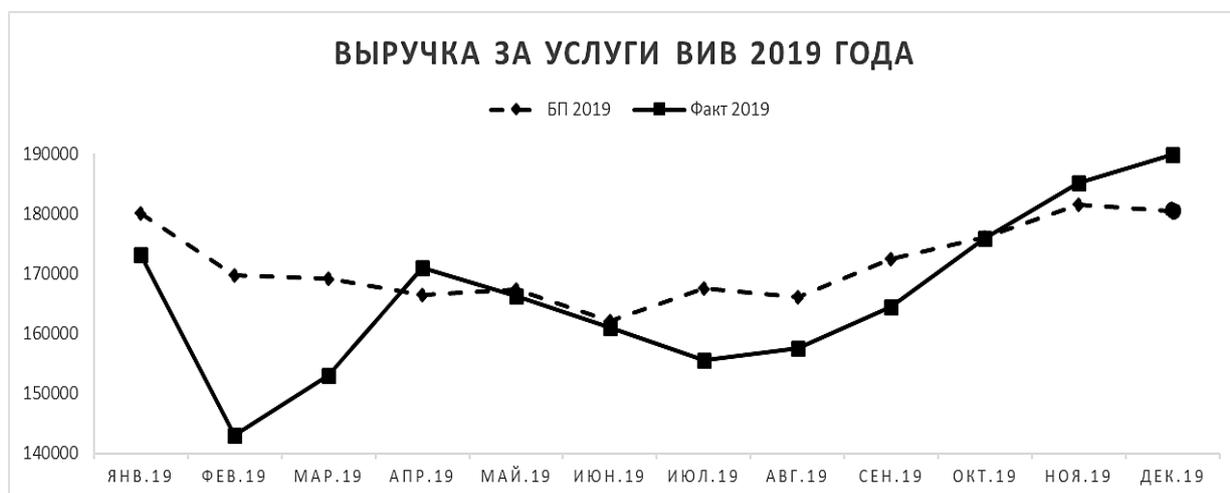


Рис. 2. Выручка за услуги ВиВ 2019 года

## Список литературы

1. Администрация МО «Город Архангельск». Постановления. О внесении изменения в постановление мэрии города Архангельска от 30.01.2015 № 72 [Электронный ресурс]: пост.: от 14.11.2018, № 1401 – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/462642488>, доступ из «Техэксперт» (дата обращения: 17.11.19).
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. (ИНФРА-М, 2011) – 512 с.
3. Романюк К.А., Лыткина Е.А. Реинжиниринг биллинговой информационной системы как один из этапов внедрения корпоративной информационной системы [Текст] / К.А. Романюк Е.А. Лыткина // EUROPEAN RESEARCH сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 86-88.

### **Рудный Г.К.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [grigoriy@gmail.com](mailto:grigoriy@gmail.com)

Научный руководитель: Половинкина Ю.С., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и высокопроизводительных вычислений

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ОБЛАЧНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАНОРАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DJANGO FRAMEWORK**

Фреймворк Django использует Python в качестве языка программирования, простота которого с синтаксической точки зрения делает разработку приложения быстрее, чем с помощью других языков программирования. Кроме того, Python имеет обширную библиотеку классов, что так же может облегчить написание модулей для облачного сервиса. Так же Django имеет встроенный ORM (Object-relational mapper). Главное её преимущество – в подавляющем большинстве случаев совершенно не требуется использование SQL-синтаксиса в выражениях, что снижает риск появления SQL-injection уязвимости. Уникальной особенностью Django является автоматически генерируемая панель администрирования всей системы. Помимо того, что данная функциональность позволяет значительно сократить время на написание нужного интерфейса администрирования, она еще и дает возможность сразу начать работать с сайтом на начальных этапах его разработки. Дополнительным преимуществом Django является поддержка MTV (Model-Template-View). Данный паттерн проектирования очень близок к классическому MVC, и самое главное, что он позволяет – это хорошо отделять бизнес-логику от дизайна. При этом, хотя Python и не самый быстрый язык программирования, в целом Django

работает достаточно быстро. Он может выдерживать высокую нагрузку, имеет встроенные возможности кэширования и распределения нагрузки.

Разрабатываемый сервис создания панорам позволяет пользователям создавать панорамные изображения высокого качества без установки программных решений, более требовательных к таким ресурсам устройства как мощность процессора, объём памяти устройства и объём оперативной памяти. Для работы с сервисом пользователю необходимо иметь лишь небольшое приложение на мобильном устройстве, позволяющее пользователю загружать фотографии на сервис и скачивать созданное сервисом панорамное изображение. Также данный сервис позволит отредактировать и пересобрать существующую панораму. Так как фотографии для панорамы будут всё время храниться на сервере, их в любой момент можно будет удалить, добавить или перезаписать, если кадр оказался с ненужными деталями или некачественным.

Опишем процесс разработки структуры приложения для создания панорам фотографий с использованием Django. Перед началом создания проекта желательно сделать для него отдельную директорию в файловой системе. Далее создаем начальную файловую структуру проекта «MyPanorama»

```
django-admin startproject MyPanorama.
```

Теперь в директории «MyPanorama» доступен скрипт «manage.py», используемый для создания приложений, работы с базами данных и запуска отладочного сервера. Так же создаётся подпапка «MyPanorama», которая содержит следующие файлы:

- «settings.py» – файл для хранения настроек проекта, таких как регистрация приложений, расположение статичных и медиа файлов, настройки баз данных, режим авторизации и генерации токенов;
- «urls.py» – файл для хранения ассоциации URL-адресов с представлениями;
- «wsgi.py» – утилита для налаживания связи между приложением и веб-сервером.

Следующий шаг – создание приложения «Photo» внутри проекта. Это приложение будет содержать в себе модель фотографии и функцию загрузки фотографии на сервер

```
python3 manage.py startapp Photo
```

Эта команда создаст новую директорию в корне проекта и добавит в неё следующие файлы:

- «\_\_init\_\_.py» – файл для индикации того, что эта директория является модулем проекта;

- «apps.py» – файл, содержащий основную конфигурацию приложения;
- «admin.py» – файл, в котором регистрируются модели для добавления их в систему администрирования Django;
- «tests.py» – файл для создания тестов приложения;
- «views.py» – в этом файле описывается вся логика приложения, обработка запросов и генерация ответов;
- «models.py» – файл, хранящий модели данных приложения.

Так же здесь находится поддиректория «migrations», хранящая файлы миграции, позволяющие автоматически обновлять базу данных по мере изменения моделей.

Далее необходимо настроить файл настроек проекта settings.py для работы с запросами, подключением к базе данных и регистрации приложений. Для начала необходимо добавить библиотеку «rest\_framework» для удобной работы с rest-запросами. Перед подключением необходимо её скачать при помощи команды

```
pip install djangorestframework.
```

Далее в файле настроек «settings.py» в секцию «INSTALLED\_APPS» добавим строки, необходимые для регистрации приложения «rest\_framework» в разрабатываемом проекте:

```
INSTALLED_APPS = [
    'rest_framework',
    'rest_framework.authtoken',
]
```

В эту же секцию необходимо добавить строчку 'Photo', чтобы зарегистрировать созданное ранее приложение «Photo». Теперь добавляем модуль проверки валидности токена пользователя при каждом запросе, где это будет указано

```
REST_FRAMEWORK = {
    'DEFAULT_AUTHENTICATION_CLASSES':
        ('knox.auth.TokenAuthentication',),
    'DEFAULT_PERMISSION_CLASSES': (
        'rest_framework.permissions.IsAuthenticated',)
}
```

Для того, чтобы загружать и использовать файлы, необходимо зарегистрировать специальную media-директорию. Для удобства поместим ее в корень проекта

```
MEDIA_ROOT = os.path.join(BASE_DIR, 'media')
MEDIA_URL = '/media/'
```

Для подключения базы данных к приложению выбрана СУБД PostgreSQL. Она свободно распространяема и максимально соответствует стандартам SQL. Так же PostgreSQL является очень производительной благодаря реализации управления многовариантным параллелизмом, имеет полную поддержку надежных транзакций: атомарность, последовательность, изоляционность, прочность. Для ее подключения в файле настроек необходимо прописать

```
DATABASES = {
    'default': env.db()
}
```

А в файле настроек `environment` добавляем строку

```
DATABASE_URL=psql://login:password@localhost:5432
/data_base_name
```

В результате подключение к базе данных PostgreSQL выполняется по логину и паролю, указанному в файле `environment`.

После настройки проекта можно приступить к созданию простой модели и обработки запроса под неё. Так как программа Photos уже сделана ранее, то теперь для неё можно создать модель фотографии, которая будет храниться в базе данных, `view`-контроллер для обработки запроса и URL, по которому будет осуществляться сам запрос. Создадим модель и определимся, какие поля она будет в себя включать

```
class Photo(models.Model):
    pano = models.ForeignKey(Pano, verbose_name='Pano',
                             on_delete=models.CASCADE, related_name="photos")
    position = models.IntegerField(verbose_name='Position')
    file = models.ImageField(verbose_name='File')
```

Класс модели `Photo` включает в себя три поля:

- «`pano`» – ссылка на таблицу «`Pano`», или же просто идентификатор панорамы, которая будет хранить в себе эту фотографию. Так же здесь указывается стратегия удаления: при удалении панорамы, все принадлежащие ей фотографии удаляются, что позволит не делать дополнительных проверок и отчинок неиспользуемых записей и файлов;

- «`position`» – числовое поле для хранения позиции фотографии в панораме;

- «`file`» – специальное поле типа «`ImageField`», которое позволяет хранить в себе файлы изображений. Django автоматически создаст в

media-директории файл, а поле в базе данных будет хранить на него ссылку.

Модель готова, можно делать сериализатор, преобразующий модель в JSON-формат, который будет возвращаться в ответе на запрос

```
class PhotoDetailSerializer(serializers.ModelSerializer):
    file = serializers.SerializerMethodField(method_name="absolute_path")

    class Meta:
        model = Photo
        fields = '__all__'
    def absolute_path(self, obj):
        request = self.context.get('request')
        return DOMAIN_URL + obj.file.url
```

Так как поле «file» хранит в себе относительный путь, а для пользователя удобнее использовать полный путь до файла, то переопределяем поле file функцией «absolute\_path», которая будет генерировать абсолютный путь до файла на сервере.

Далее, используя сериализатор, можно создать функцию представления. Она принимает RSET-запрос и возвращает ответ в формате JSON

```
class PhotoCreateView(generics.ListCreateAPIView):
    permission_classes = (IsAuthenticated,)
    serializer_class = PhotoDetailSerializer
```

В первой строке этого класса происходит проверка на наличие и валидность токена в заголовке запроса. Во второй строке указывается класс, который будет использоваться для сериализации данных в этом контроллере представления. Последним шагом является привязка созданной функции представления к URL-адресу, на который пользователь будет отправлять запрос.

Для проверки достаточно запустить сервер при помощи команды из корня проекта

```
gunicorn --bind 0.0.0.0:8000 MyPanorama.wsgi
```

И воспользовавшись любым REST-клиентом, например, приложением Postman, можно увидеть работу сервера.

На рис. 1 видно, что сервер принимает файл с именем «testtt.jpg» в запросе, сохраняет его на сервере, генерирует на него ссылку и выдаёт в ответе модель созданной фотографии.

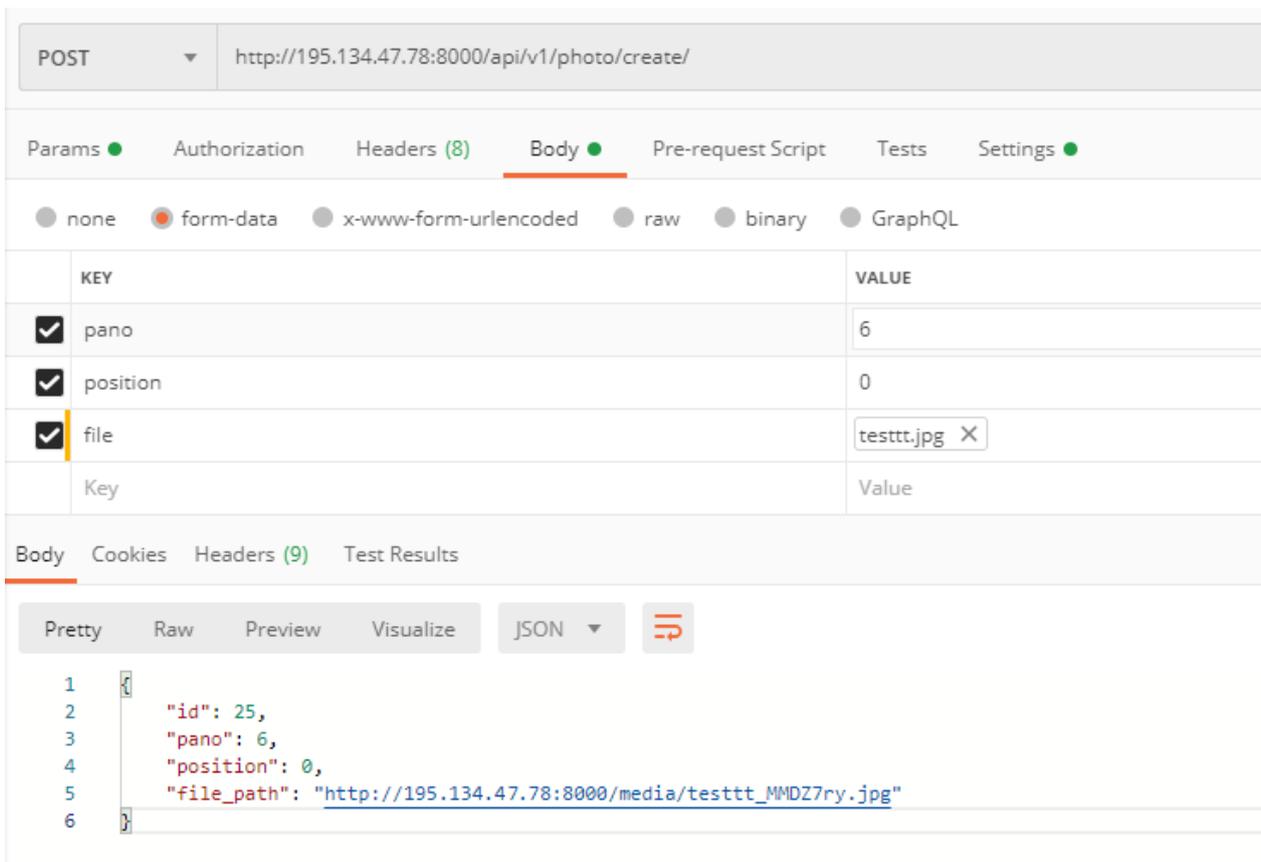


Рис. 1. Пример запроса

На данном этапе архитектура сервиса содержит базовую конфигурацию с настроенными моделями и компонентами, которые позволяют загружать и сохранять изображения, а также могут генерировать ответ пользователю. Построенная архитектура облачного сервиса позволит его модифицировать и масштабировать под другие задачи. Дальнейшая разработка сервиса будет включать в себя настройку моделей и сериализаторов панорамы и фотографий, таким образом, чтобы под разные типы запросов возвращался только нужный список полей моделей. Например, при запросе о списке имеющихся панорам у пользователя вместе с каждой панорамой возвращается только несколько фотографий из панорамы для их демонстрации на обложке на главном экране, чтобы не перегружать запрос лишней информацией.

### Список литературы

1. Документация Django 3.0 [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://djbook.ru/rel3.0/>, свободный (дата обращения: 04.03.2020). – Загл. с экрана.
2. Django REST framework Documentation [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.django-rest-framework.org/development/>, свободный (дата обращения: 06.03.2020). – Загл. с экрана.

**Рычкова О.Я.**

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, olga96\_96@bk.ru

Научный руководитель: Орехов А.Н., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Интенсивно развивающийся жилищный комплекс в городах с продолжительным отопительным сезоном ведет к ежегодному увеличению потребности в тепловой энергии, в связи с чем, вопрос проектирования зданий, обладающих высокими классами энергетической эффективности, становится актуальным и приоритетным.

Согласно Федеральному закону от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», рациональность использования энергоресурсов должна поддерживаться повсеместно на территории Российской Федерации [1].

Неотъемлемой частью вопроса повышения энергоэффективности являются законодательные и нормативные документы, методики расчёта, регламентирующие допустимые значения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций. Анализ этих документов на основе современных исследований позволяет более точно оценить энергоэффективность существующих зданий и сооружений и предложить способы их повышения и усовершенствования. Основным документом при проектировании тепловой защиты строящихся или реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий является СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением № 1), утверждённый приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. № 265. Согласно этим правилам, оценка энергоэффективности производится по показателю удельной теплозащитной характеристики здания  $k_{об}$ , измеряемой в Вт/(м<sup>3</sup>К).

Одной из максимальных теплопотерь является потеря теплоты через оконные конструкции, их доля в общем объеме тепловых потерь зданий составляет примерно 40 %. Поэтому разработка предложений по их минимизации с учетом гарантирования комфортных условий для проживания в условиях холодного климата России является актуальной задачей, особенно при больших площадях поверхности остекления.

Стеклопакет в комплексе решает все недостатки обычного окна. Различное количество стекол в стеклопакете, отличие их по толщине и оптическим свойствам, ширине рам, форме и цвету – все это позволяет созда-

вать оконные конструкции по индивидуальным требованиям заказчика. Основными критериями при выборе стеклопакета являются климатические условия местности и назначение помещения, требуемый уровень защиты от шума, уровень обеспечения безопасности, комфорта, эстетических запросов.

Как известно, потери теплоты через окна происходят за счет процессов теплопроводности, конвекции и теплового излучения. Поэтому в современных оконных системах находят применение самые разнообразные виды и конструкции стеклопакетов.

Так для снижения теплопроводности воздушных прослоек стеклопакета их внутренние полости могут заполняться инертными газами типа аргона, криптона или ксенона с меньшими значениями теплопроводности и с большими значениями вязкости, чем у воздуха. Потери за счет лучистого теплообмена уменьшаются нанесением на одну или обе внутренние поверхности стекол специальных низкоэмиссионных покрытий.

Энергосберегающий стеклопакет. Для уменьшения теплотерь разработаны энергосберегающие стекла с селективными оптическими свойствами, которые в значительной степени отражают энергию длинноволнового инфракрасного диапазона [2]. Эти свойства придают стеклу некоторые полупрозрачные металлические покрытия, которые пропускают в помещение коротковолновое солнечное излучение и препятствуют выходу из него длинноволнового теплового излучения, обеспечивая этим положительный тепловой баланс внутри помещения. В зимний период тепловой поток из помещения отражается от селективного покрытия и возвращается назад. В летний же период, когда температура наружного воздуха превышает температуру внутри помещения, происходит обратный процесс – покрытие препятствует проникновению солнечного излучения в помещение.

Известны также стеклопакеты с электрическим подогревом стекол. В них для создания комфортных условий пребывания людей, обращенное в помещение стекло нагревают с помощью электронагревателя для чего на поверхность закаленного стекла наносят тонкий слой из светопрозрачных оксидов благородных металлов [3]. При этом токопроводящее покрытие обращено внутрь стеклопакета, что гарантирует полную электро- и противопожарную безопасность. Дополнительная защита людей от поражения электрическим током обеспечивается обязательной установкой устройства защитного отключения.

Еще одной из разновидностью современных оконных конструкций являются вакуумные стеклопакеты. Вакуум в них создается в воздушной прослойке между двумя плоскопараллельными листами стекол. Отсутствие газовой среды между поверхностями полностью ликвидирует перенос теплоты, обусловленный как теплопроводностью, так и конвекцией. Толщина вакуумного стеклопакета редко превышает 6–10 мм, но при этом

по уровню теплозащиты он сопоставим с 50-ти мм листом пенопласта. Кроме того, его теплоизоляционные свойства в два раза превосходят аналогичные характеристики обычного стеклопакета с двумя низкоэмиссионными стеклами, составляя при этом 40 % его толщины.

Как в типовых стандартных стеклопакетах, так и в вакуумных отдельные участки поверхности стекол могут отличаться различными значениями коэффициента теплопередачи. Объясняется это тем, что вблизи кромок стеклопакета установлены внутренние прокладки, имеющие более высокий коэффициент теплопроводности. Поэтому для максимального раскрытия всех достоинств вакуумных стеклопакетов требуется пересмотреть их традиционные конструкции и способы монтажа стеклопакетов в оконные проемы.

Главным требованием, предъявляемым к современным светопрозрачным конструкциям, является обеспечение теплового комфорта в отапливаемых помещениях. Наряду с этим они должны соответствовать высокому эстетическому, эргономическому и архитектурному уровню. За счет снижения потерь теплоты и уменьшения расхода топлива на отопление зданий энергоэффективные оконные конструкции позволяют также сократить выброс парниковых газов в несколько раз, что имеет большое значение для экологии.

Особую роль с точки зрения энергосбережения имеет термическое сопротивление стеклопакета, препятствующее перетоку теплоты из помещения в окружающую среду.

Для анализа распределения температур по толщине однокамерного стеклопакета примем схему, представленную на рис. 1. Оконный блок состоит из двух стекол, разделенных газовой прослойкой, с нанесенной на одно из стекол теплоотражающего покрытия (пленки).



Рис. 1. Расчетная схема распределения температур в оконном блоке

В качестве исходных данных принимаем температуру воздуха внутри помещения –  $t_{в}$ , наружную температуру –  $t_{н}$ , геометрические размеры стеклопакета и его теплофизические характеристики.

Общее термическое сопротивление теплопередачи через оконный блок с двойным остеклением и покрытием пленкой внутреннего стекла составит

$$R_{\Sigma} = R_{\text{в}} + R_{\text{п}} + R_1 + R_{\text{в.п}} + R_2 + R_{\text{н}}, \quad (1)$$

где  $R_{\text{в}}=1/\alpha_{\text{в}}$ ,  $R_{\text{п}}=\delta_{\text{п}}/\lambda_{\text{п}}$ ,  $R_1=\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}}$ ,  $R_{\text{в.п}}=\delta_{\text{в.п}}/\lambda_{\text{в.п}}$ ,  $R_2=\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}}$ ,  $R_{\text{н}}=1/\alpha_{\text{н}}$  – термические сопротивления: теплоотдачи к внутреннему стеклу; теплопроводности пленки, внутреннего стекла, газовой прослойки, наружного стекла; теплоотдачи от наружного стекла.

Для расчета конвективного теплообмена у поверхности окон воспользуемся критериальным уравнением М.А. Михеева для турбулентного пограничного слоя [4]. Расчет теплообмена излучением наружного остекления с окружающей средой выполним по методике [5].

Таким образом, составив уравнения для всех термических сопротивлений, получим систему из шести уравнений с пятью неизвестными температурами  $\tau_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{п}}$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $\tau_{\text{н}}$  и суммарным термическим сопротивлением  $R_{\Sigma}$ .

Для решения системы уравнений составлена программа расчета и выполнен анализ влияния основных конструктивных и теплофизических характеристик стеклопакета на его теплозащитные свойства.

В табл. 1 представлены результаты анализа влияния температуры наружного воздуха на суммарное термическое сопротивление оконного блока и его составляющие. Видно, что основное влияние на суммарное термическое сопротивление оконного блока оказывает термическое сопротивление теплоотдачи от наружного стекла к улице, снижаясь с повышением температуры наружного воздуха, и практически не оказывают влияния термические сопротивления теплопроводности стекол и пленки.

Таблица 1

Зависимость термических сопротивлений от температуры наружного воздуха

Наименование	Обозначение	Температура наружного воздуха, $t_{\text{н}}$				
		-40	-33	-25	-20	-15
Температура воздуха в помещении	$t_{\text{в}}$	20	20	20	20	20
Термическое сопротивление «помещение-пленка»	$R_{(\text{в-п})}$	0,397	0,397	0,415	0,423	0,433
Термическое сопротивление пленки	$R_{\text{п}}$	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Термическое сопротивление стекол	$R_{\text{ст}}$	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Термическое сопротивление воздушной прослойки	$R_{\text{в.п}}$	1,228	1,233	1,254	1,266	1,279
Термическое сопротивление «стекло-улица»	$R_{\text{н}}$	0,429	0,280	0,185	0,143	0,057
Суммарное термическое сопротивление оконного блока	$R_{\Sigma}$	2,070	1,936	1,870	1,848	1,785

В табл. 2 проанализировано влияние степени черноты эмиссионного покрытия внутреннего стекла на суммарное термическое сопротивление оконного блока и его составляющие.

Таблица 2

Зависимость термических сопротивлений от степени черноты эмиссионного покрытия

Наименование	Обозначение	Степень черноты пленки, $\epsilon_{пл}$				
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Температура воздуха в помещении	$t_{в}$	20	20	20	20	20
Термическое сопротивление «помещение-пленка»	$R_{(в-п)}$	0,471	0,443	0,405	0,346	0,244
Термическое сопротивление пленки	$R_{п}$	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Термическое сопротивление стекол	$R_{ст}$	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Термическое сопротивление воздушной прослойки	$R_{в.п}$	1,243	1,244	1,233	1,228	1,220
Термическое сопротивление «стекло-улица»	$R_{н}$	0,319	0,300	0,280	0,267	0,249
Суммарное термическое сопротивление оконного блока	$R_{\Sigma}$	2,049	2,003	1,933	1,858	1,729

Из табл. 2 следует, что степень черноты эмиссионной пленки оказывает значительное влияние на  $R_{\Sigma}$  оконного блока. Чем меньше степень черноты пленки, тем выше суммарное термическое сопротивление стеклопакета.

Таким образом, проектируя стеклопакеты, основное внимание следует обращать на способы увеличения термических сопротивлений теплоотдачи, а термические сопротивления теплопроводности стекол определять их толщиной в зависимости от прочностных требований.

### Список литературы

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ.
2. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений Известия вузов. Строительство. – 1998. – № 11–12. – С. 90–94.
3. Пластиковые окна от «Евроокна» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.eurookna.ru/> (дата обращения 21.03.2020)
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. второе, М., Энергия, 1977. – 344 с.
5. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т. 1 / Пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.

**Сальников С.А.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, serji96@mail.ru

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕХОВОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АО ПО «СЕВМАШ» С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Механический цех № 4 АО «ПО «Севмаш» экстренно был введен в работу 23 июня 1941 года. В течение следующих 30 лет в цехе появлялись новые производственные мощности и строились дополнительные цеховые понижающие подстанции. С 1970 года по 2009 год работ по реконструкции и модернизации цеховых подстанций не проводилось. Однако, с появлением оборудования, чувствительного к качеству электрической энергии в распределительной сети цеха, появилась острая необходимость в проведении модернизации подстанций.

Цель работы – провести расчёт реконструкции цеховой распределительной сети с целью сокращения потерь электроэнергии на примере одной подстанции.

При работе над проектом были поставлены следующие задачи:

- Определение расчетных нагрузок осветительной и силовой сети в цехе;

- Выбор и сравнительный анализ силового оборудования, кабельных линий и аппаратов защиты системы электроснабжения;

- Определение фактических и нормативных потерь электроэнергии в цеховой распределительной сети;

Исходными данными для выполнения данной работы являются:

- Существующая схема цеховой распределительной сети АО ПО «Севмаш»;

- Однолинейная схема электроснабжения;

- Данные по потреблению электрической энергии за последний год;

- Данные по силовой и осветительной нагрузке и установленному энергетическому оборудованию;

- Информация о проводимых мероприятиях по энергосбережению.

Основными потребителями цеха являются фрезерное и токарное оборудование. Далее представлена таблица с указанием перечня оборудования и его мощности, запитанного от исследуемой подстанции.

## Перечень оборудования

Обозначение шкафа	Электроприёмник	P <sub>н</sub> , кВт
Панель 2	Насосная поперечного пролёта	90
	Электроосвещение 1, 2 пролёта и восточной части поперечного пролёта	30
	Фрезерный станок №185	25
	Шкаф распределительный №5271	40
Панель 3	Троллей мостового крана 2 пролёта	95
	Устройство сборное №5321	80
	Устройство сборное №5331	40
	Троллей мостового крана 2 пролёта	85
	Токарный станок №4120	30
	Фрезерный станок FSS400	60
Панель 4	Сборное устройство участка облицовки валов	35
	Шкаф распределительный №5421	30
	Сборное устройство участка заливки	130
	Токарно-винторезный станок марки «Дайничи»	60
	Фрезерный станок FA-4	15
	Устройство сборное №5461	40
	Фрезерный станок №5771	16
Панель 5	Станок горизонтально-расточный и фрезерный марки «Skoda»	300
Панель 6	Тепловая завеса юго-восточных ворот цеха	36
	Тяжёлый токарный станок РТ 117Ф	120
	Устройство сборное №5631	120
	Шкаф распределительный №5641	40
	Фрезерный станок №5777	12
	Фрезерный станок УФ82	30
Панель 7	Токарный станок №4129	30
	Шкаф распределительный участка облицовки валов	30
	Токарный станок №4126	85
	Токарный станок №4226	85
	Шкаф распределительный №5752	40
	Электропечь	35
Панель 8	Устройство сборное №5811	140
	Токарный станок марки «Воленберг»	35
	Освещение уличного склада	20
	Токарный станок марки «Пореба»	80
	Фрезерный станок ГФ 217	30
	Кран козловой, находящийся вне помещения цеха	85
	Тяжёлый горизонтальный токарно-винторезный станок марки GLH	185

На основании исходных данных и полученных результатах расчётов рабочих значений тока и мощностей, по методике [1] в соответствии с требованиями [2] проводим следующие мероприятия:

- выбор устройства компенсации реактивной мощности;
- выбор трансформатора для вводной трансформаторной подстанции цеха;
- проверка соответствия существующих линий требуемым нагрузкам и токам и их замена в случае несоответствия;
- выбор автоматических выключателей взамен установленных предохранителей.

После проведения сравнительного анализа по эксплуатационным характеристикам и требованию к ширине поперечной колеи каретки трансформатора, принимаем трансформатор ТСГЛ-1600.

Согласно результатам расчёта в распределительной сети 0,4 кВ будут установлены следующие элементы:

- трансформатор ТСГЛ-1600;
- установка компенсации реактивной мощности АУКРМ-0,4-600-50-5;
- разъединители различных марок;
- автоматические выключатели различных марок;
- сборные шины различных габаритов;
- кабельные линии различных сечений.

Таблица 2

Перечень закупаемого оборудования

Наименование	Цена за ед.	Ед. изм.	Кол-во	Ед. изм.	Итого, руб.
Трансформатор					
ТСГЛ-1600	11040000	руб./шт	1	шт	11040000
Покупка установки для компенсации реактивной мощности					
АУКРМ-0,4-600-50-5	380000	руб./шт	1	шт	380000
Кабельные линии					
ВБбШвнг-5х16	565	руб./м	160	м	90400
ВБбШвнг-5х25	704	руб./м	460	м	323840
ВБбШвнг-5х35	1170	руб./м	295	м	345150
ВБбШвнг-5х50	1638	руб./м	180	м	294840
ВБбШвнг-5х70	2201	руб./м	266	м	585466
ВБбШвнг-5х95	3019	руб./м	80	м	241520
ВБбШвнг-5х150	4280	руб./м	170	м	727600
ВБбШвнг-5х185	4650	руб./м	55	м	255750
ВБбШвнг-5х240	6560	руб./м	40	м	262400
Ошиновка					
Шина медная 120×10	7873	руб./м	49	м	385777
Шина медная 60×10	4673	руб./м	35	м	160405
Шина медная 15×3	500	руб./м	13	м	6500
Шина медная 20×3	455	руб./м	1,5	м	682,5
Шина медная 30×4	918	руб./м	3	м	2754
Шина медная 40×5	1528	руб./м	1	м	1528

Наименование	Цена за ед.	Ед. изм.	Кол-во	Ед. изм.	Итого, руб.
<b>Выключатели автоматические</b>					
ВА88-35 ЗР 63А	3138	руб./шт	6	шт.	18828
ВА88-35 ЗР 80А	3138	руб./шт	2	шт.	6276
ВА88-35 ЗР 100А	3138	руб./шт	8	шт.	25104
ВА88-35 ЗР 125А	3431	руб./шт	5	шт.	17155
ВА88-35 ЗР 160А	3399	руб./шт	5	шт.	16995
ВА88-35 ЗР 200А	3399	руб./шт	3	шт.	10197
ВА88-37 ЗР 250А	6845	руб./шт	2	шт.	13690
ВА88-37 ЗР 315А	6780	руб./шт	4	шт.	27120
ВА88-37 ЗР 400А	12680	руб./шт	1	шт.	12680
ВА88-40 ЗР 500А	11617	руб./шт	1	шт.	11617
<b>Разъединители</b>					
РЕ19-41-31120 1600А	15143	руб./шт	7	шт.	106001
РЕ 19-45-31120 4000А	43875	руб./шт	1	шт.	43875

После проведения расчётов эксплуатационные расходы составили 371043,58 руб./год. Из них 151979,17 руб./год – амортизационные отчисления на оборудование, 124226,34 руб./год – амортизационные отчисления на оборудование, 94838,07 руб./год – стоимость потерь электроэнергии.

### Список литературы

1. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие / А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248 с.
2. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_98464/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98464/), доступ СПС «Консультант плюс» (дата обращения : 10.03.2020).

### **Саурбаева А.И.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, a.saurbaeva01@inbox.ru

Научный руководитель: Рыльчиков В.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры геодезии и земельного кадастра

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственные геодезические сети в единой системе координат и высот являются базовой опорой, на основе которой решаются пространственные геодезические задачи и отображается на топографических и гео-

графических материалах изображение Земли и отдельных ее участков. Во многих областях экономики, техники, научных исследований используются знания пространственных или плоских прямоугольных координат точек физической поверхности Земли.

Руководитель Росреестра (Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии) Васильев И.В. в своем выступлении на коллегии Федеральной службы 07.01.2015 г. обозначил высокую степень влияния топографо-геодезического и картографического обеспечения на экономику, обороноспособность и безопасность страны. Топографо-геодезическое и картографическое обеспечение создают базовые информационные системы практически для всех отраслей экономики и жизнеобеспечения. К ним отнесены, например, продовольственная безопасность и целевое использование земель в сельскохозяйственном производстве; проектирование строительства и безопасность в транспортном хозяйстве; обеспечение применения баллистических и крылатых ракет, высокоточного оружия, проведение спасательных операций, пространственное ориентирование в военных действиях и ЧС; кадастровый учет и оценка объектов недвижимости: задачи, природно-ресурсных отраслей и территориального планирования, и т.д.

В 1980-х годах завершились работы по созданию государственных геодезических сетей традиционным методом. Государственные геодезические плановые, высотные и гравиметрические сети, составляющие систему государственного геодезического обеспечения страны и теснейшим образом связанные между собой, практически существовали отдельно. При создании геодезических сетей обеспечивался общий принцип перехода от общего к частному.

Государственные геодезические плановые сети создавались методами триангуляции (треугольников) по схеме, предложенной проф. Красовским Ф.Н. в 1928 году, а в отдельных районах методом полигонометрии. По точности и назначению они делились на сети 1, 2, 3, 4 классов.

Плановые государственные геодезические сети 1 класса представляли собой цепочки треугольников длиной около 200 км, уложенные вдоль меридианов и параллелей и образующих четырехугольник периметром 800 ... 1000 км.

В вершинах треугольников в землю закладывались бетонные или железобетонные монолитные знаки (центры). Для обеспечения видимости на соседние объекты наблюдения над геодезическим центром возводились деревянные вышки – геодезические сигналы. Со столиков, находящихся на верхней площадке сигнала, производились измерения горизонтальных углов между сторонами треугольников со средней квадратической погрешностью не хуже 0,7 секунд дуги. В углах полигонов на пересечении звеньев измерялись длины базисных сторон с относительной погрешно-

стью 1: 400 000, а на концах базисных сторон измерялись астрономические широта, долгота и азимут стороны.

К построенному таким образом полигону 1 класса на север, юг, запад и восток пристраивались соседние аналогичные полигоны, обеспечивая быстрое построение разреженных геодезических сетей по всей территории СССР. Внутри полигонов 1 класса строились сплошные сети триангуляции 2, а затем – 3 и 4 классов, сгущающие опорную геодезическую сеть до расстояния 2–5 км между пунктами сети. В первую очередь заполняющие сети 2, 3 и 4 классов создавались в пределах полигонов с планируемым строительством объектов экономики, науки и обороны страны.

В 1942 году началось уравнивание астрономо-геодезической сети страны, в состав которой входили 87 полигонов триангуляции 1 класса, включавшей 4733 пункта. При выполнении уравнивания была решена система из 484 условных уравнений. Задача была чрезвычайно сложной, учитывая уровень вычислительных средств: арифмометр, восьмизначные таблицы тригонометрических функций, девятизначные таблицы логарифмов. Подобного уравнивания, учитывая объем и сложность вычислительных работ, в мире ранее нигде не выполнялось.

Координаты точек геодезической сети были вычислены в единой новой системе геодезических координат СК-42, утвержденной в 1946 г. Координаты относились к поверхности референц-эллипсоида, размеры которого были определены в 30-х годах под руководством Ф.Н. Красовского и А.А. Изотова. Руководители проекта были отмечены Государственной премией СССР, а эллипсоид получил имя Красовского. Параметры эллипсоида Красовского в государственных системах координат использовались в геодезическом производстве до 1 января 2017 года.

В 1995 году были завершены работы по общему уравниванию астрономо-геодезической сети (АГС), построенной по традиционной схеме. В вычислениях были использованы результаты угловых измерений на 164430 пунктах АГС 1 и 2 классов, 3600 геодезических азимутов, определенных из астрономических наблюдений и 2800 длин базисных сторон.

В уравнивание были также включены результаты измерений на 26 стационарных астрономо-геодезических пунктах космической геодезической сети (КГС) ВТУ ГШ Минобороны и 131 пункт доплеровской сети (ДГС). Причем, координаты пунктов КГС были получены по результатам наблюдений ИСЗ разнообразными методами и приборами: фотографическим, доплеровским, дальномерными радиотехническим и лазерным.

Таким образом, впервые астрономо-геодезическая сеть для всей территории страны была уравнена как единое геодезическое построение. На вычисления ушло 10 лет. По результатам уточнения ориентировки референц-эллипсоида в теле Земли и уравнивания была введена система координат СК-95 для использования в геодезии и картографии и геоцентриче-

ская система координат «Параметры Земли 1990 г.» (ПЗ-90) для геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

Оценка согласованности всех включенных в уравнивание данных с независимыми результатами высокоточных измерений показали наличие внутренних деформаций в сети в среднем со средними квадратическими погрешностями во взаимном положении пунктов в 20...30 см., что превышало предъявляемые требования к точности построения геодезической сети. Был сделан вывод о том, что СК-95 и существующая сеть ГГС, созданная в своей основной части традиционными методами, может служить в качестве геодезической основы при решении с необходимой точностью целого круга задач в экономике и обороне страны. Однако традиционные технологии создания геодезических опорных сетей не позволяют получать результаты с необходимой оперативностью и, кроме того, экономически не эффективны.

С другой стороны, в 90-е годы на передовые позиции стали безальтернативно выходить спутниковые методы высокоточного позиционирования, реализуемые глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС): системой американской разработки GPS и отечественной – ГЛОНАСС.

Применение систем ГНСС имеет огромные преимущества перед традиционными методами. Они позволяют передавать координаты практически на любые расстояния с высокой оперативностью и точностью и не требуют взаимной видимости между пунктами; измерения могут выполняться с поверхности земли, что позволяет снизить затраты на выполнение геодезических работ, так как нет необходимости сооружать дорогостоящие геодезические знаки; сокращается время на выполнение полевых работ; выполняемые измерения отличаются простотой, высокой степенью автоматизации и уровнем культуры производства, уменьшением риска при выполнении работ, особенно в труднодоступных и климатически сложных регионах; отсутствием зависимости от времени суток, года и погодных условий. Важной особенностью геодезических спутниковых технологий является возможность одновременного точного определения плановых координат и геодезических высот точек физической поверхности земли.

На рубеже веков были разработаны и внедрены в производство «Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные спутниковые методы координатных определений» (1995 г.) и «Основные положения о построении государственной геодезической сети Российской Федерации» (2003 г.).

В настоящее время ГГС структурно формируются по принципу перехода от общего к частному и объединяет в себя геодезические построения различных классов точности.

Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС) занимает высший уровень в государственной геодезической системе России. ФАГС включает в себя 50 пунктов при расстоянии между смежными пунктами 600...1000 км. ФАГС состоит из постоянно действующих и периодически определяемых пунктов Роскартографии. Пространственное положение пунктов ФАГС определяется высокоточными методами космической геодезии относительно центра масс Земли со средней квадратической погрешностью (СКП) 10...15 см. СКП взаимного положения пунктов ФАГС не превышает 2 см в плановом положении и 3 см по высоте.

Высокоточная геодезическая сеть (ВГС) занимает второй уровень в структуре ГГС. ВГС опирается на пункты ФАГС и наряду с ФАГС служит для развития геодезических построений следующих классов. Расстояние между пунктами ВГС составляет 150...300 км. Координаты и высоты пунктов ВГС определяются с помощью приемников систем ГНСС (ГЛО-НАСС/GPS), обеспечивающими точность взаимного положения со СКП, не превышающими  $3 \text{ мм} + 5 \times 10^{-8} D$  (где  $D$  – расстояние между пунктами).

Спутниковая геодезическая сеть 1-го класса (СГС-1) занимает третий уровень в структуре ГГС. Среднее расстояние между смежными пунктами 25...35 км. СГС-1 создается относительными методами космической геодезии, с применением приемников ГЛОНАСС/GPS, обеспечивающими определение взаимного положения смежных пунктов с СКП  $3 \text{ мм} + 1 \times 10^{-7} D$  по каждой из плановых координат.

В современные ГГС вписываются пункты существующей государственной сети триангуляции и полигонометрии 1, 2, 3 и 4 классов. На основе современных сетей ГГС создаются геодезические сети специального назначения, в частности, опорные межевые сети.

К 24.11.2016 г. относится постановление Правительства РФ, подписанное Председателем Правительства РФ Медведевым Д.А. «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы».

Постановлением установлены государственные системы координат: ГСК-2011 для использования при осуществлении геодезических и картографических работ и общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90.11) для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов, решения навигационных задач и выполнения геодезических и картографических работ в интересах обороны страны.

В указанных государственных системах координат применяются фундаментальные геодезические постоянные, а также параметры общего земного эллипсоида, выведенные по результатам наблюдений ИСЗ в период за несколько десятилетий.

Подтверждено действие Балтийской системы высот 1977 году и утверждены исходные гравиметрические пункты государственной гравиметрической системы в городах Москва и Новосибирск

Согласно указанному постановлению новые системы координат и размеры общего земного эллипсоида были введены в действие с 1 января 2017 года.

### Список литературы

1. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА) – 01-006-03. Утверждены приказом Роскартографии от 17.06.2003 г. № 101- пр
2. Горобец В.П., Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат // Геопрофи. – 2013 г. – № 6 – С. 4–9
3. Васильев И.В., Коробов А.В., Побединский Г.Г., Приданкин А.Б. Топографо-геодезическое и картографическое обеспечение Российской Федерации. Состояние и перспективы развития отрасли геодезии и картографии// Геодезия и картография. – 2014. – № 12 – С. 2–11
4. Васильев И.В. О разработке стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения РФ на перспективу до 2030 года // Геопрофи. – 2015 – № 5 – С. 4–15

### Семирханов Д.И.

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [damirsemirkhanovv@gmail.com](mailto:damirsemirkhanovv@gmail.com)

Научный руководитель: Любов В.К., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплоэнергетики и теплотехники

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОВД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Оптическое волокно – нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения.

Волоконно-оптический датчик – это устройство, позволяющее измерять температуру, давление, деформацию, вибрации и прочие физические воздействия, воспринимаемые объектом измерений на протяжении всей его длины. Принцип работы таких датчиков основан на принципе брэгговского отражателя, заключающегося в том, что сигнал, проходя сквозь специальный кабель со светонесущей сердцевиной, меняет свою длину волны. Это фиксируется специальным устройством под названием спектро-

метр, он считывает длину волны и по полученным данным определяет, какое воздействие было произведено на объект измерений.

Для измерения температур различных частей теплоэнергетических установок, определения возможных утечек теплоносителя из того же самого теплопровода или же потери тепла на определенном его участке, используются температурные волоконно-оптические датчики. Принцип их работы в целом не отличается от работы датчиков для других измерений, основан он на том, что свет, проходя участок с более высокой или с более низкой температурой, изменяет свои параметры. Соответственно пропускание света меняется, и датчик сразу улавливает данный скачок, который воспринимается специальным прибором для сбора данных, и производит сравнение спектра и интенсивности исходного света

Оптические волокна изготовлены из легированного кварцевого стекла. Кварцевое стекло представляет собой разновидность двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ) с аморфной твердотельной структурой. Температурные воздействия инициируют вибрации в молекулярной решетке. Когда свет попадает на термически возбужденные молекулы, происходит взаимодействие между световыми частицами (фотонами) и электронами. Таким образом, в оптическом волокне происходит световое рассеяние.

Самым популярным методом измерения является метод OTDR (Optical Time Domain Reflectometry – оптическая рефлектометрия временной области). Этот метод подразумевает обработку данных, полученных при помощи запущенного импульса и его эха, затем по времени и световому импульсу можно понять, на каком участке произошло рассеивание. Основными достоинствами данной системы измерений является работа без какого-либо электрического напряжения в точке измерения, быстрая передача данных (более 1 терабайта в секунду) на большие расстояния, также несомненным плюсом является, что один проложенный кабель может обеспечивать информацией и другие датчики.

Недостатком данной системы является ее дороговизна в связи с тем, что данная разработка относительно нова. Но есть и более дешевый вариант, им является технология OLTS (Optical Loss Test Set – набор для тестирования оптических потерь). Принцип работы этой технологии подразумевает использование двухмодульных приборов, на одном конце размещается излучатель (как правило, излучатель также может и принимать, и обрабатывать сигнал), а на другом прибор, который воспринимает доносимую информацию, за этот промежуток времени он определяет потери, полученные в ходе измерений. Данный метод существенно дешевле, так как технология, необходимая для обработки данных, используется повсеместно.

В области теплоэнергетики данная технология может применяться при строительстве электростанций, теплоэнергетического оборудования, теплопроводов, автоматизированных тепловых пунктов и т.д.

При строительстве электростанции волоконно-оптические датчики (ВОД) можно устанавливать под различное оборудование для определения напряжения. Например, теплообменники, масса которых велика, и есть вероятность того, что фундаменты под ними не выдержат нагрузки. Для таких задач существуют сетка из оптоволокна, она считывает нагрузки, производимые объектом, и делит область измерений на квадраты, затем создается виртуальная сетка, показывающая, как воздействует измеряемый объект на фундамент под ним.

На паропроводах для определения температур на любом из выбранных участков, а также, для определения тепловых потерь используется световодный кабель, изготовленный из кварцевого стекла (также возможно использование фторцирконатных, фторалюминатных и халькогенидных стекол, чьи показатели преломления равны приблизительно 1,5, как и у кварцевого стекла), окутанный в специальную изоляцию, выдерживающую 1400 °С.

Возможна установка ОВД внутри котла для выявления недожогов и определения нужного коэффициента избытка воздуха. Данный недостаток выявляется путем светового рассеивания в световоде кабеля, что регистрирует прибор, принимающий сигнал. Также это повысит точность измерений, поскольку ВОД гораздо чувствительнее чем традиционные контрольно-измерительные приборы.

При сооружении теплопровода данную технологию можно использовать для обнаружения тепловых и водяных потерь. Потеря в мощности сигнала происходит лишь после 20 км. Для точности измерений на данной отметке желательно устанавливать оборудование для усиления сигнала. Установка ВОД в теплопровод стоит дешевле чем ВОЛС (волоконно-оптическая линия связи), прокладываемая в местах с более высокой температурой (выше 80 °С), т.к. изоляция для линии не требуется, и при производстве такого световода используется пластик вместо стекла для отражения, что значительно снижает стоимость. Если требуется установка линии внутри изоляции теплопровода, то стоимость возрастает, поскольку требуется установка полиамидной изоляции световодного кабеля.

Также в случае аварии сокращается время поиска проблемных участков, т.к. световод дает сигнал с участка, где произошел прорыв. Точность приборов позволяет измерить температуру с точностью до 0,1 °С, а также найти проблемный участок с точностью до ±0,5 м. Благодаря данной технологии можно определить не только температуру, но и нагрузки, воспринимаемые системами труб, например, если трубу наружного типа задел и погнул проезжающий мимо грузовик. Волоконно-оптический датчик сразу это покажет, ремонтная бригада устранит данный дефект, и возможность разрушения трубопровода будет практически сведена к нулю.

Возможна установка ВОД на любое оборудование тепловых электростанций и теплоэлектроцентралей и отслеживание любого необходимого измерения. Помимо всего, есть возможность мультиплексирования, это означает, что ВОЛС может служить для определений не одного параметра, а трех, шести и т.д.

Также одним из достоинств является возможность использования волоконно-оптических датчиков в системах мониторинга аварийных ситуаций. Так как для работы ВОД не используется электроэнергия, то при скачке напряжения, либо аварийном останове и отключении питания всей электростанции ВОЛС ничего не грозит, а для поддержания работы приборов, принимающих и обрабатывающих сигнал с ВОЛС, возможно использование генератора.

Достоинства ВОД:

- устойчивость к радиации;
- помехозащищенность от электромагнитных воздействий;
- быстрая скорость передачи данных, что означает, что данные будут обработаны в течение нескольких секунд;
- расширенный диапазон рабочих температур;
- малые габариты и гибкость;
- высокая механическая прочность и надежность;
- длительный срок службы;
- относительная простота устройства;
- возможность нескольких измерений посредством одного кабеля;
- устойчивость практически ко всем горючим и агрессивным средам.

Также одним из главных достоинств по сравнению с электронными датчиками является то, что современные волоконно-оптические датчики обладают функцией метрологического самоконтроля, что позволяет производить самокалибровку датчиков в реальном времени без остановки контролируемых процессов [1].

Таким образом, использование данной технологии позволяет сэкономить в перспективе на ремонте и замене оборудования, а также повысить долговечность и точность измерений.

К сожалению, в силу своей неполной освоенности, данная технология достаточно трудно настраивается и относительно дорога, на установку систем ВОД требуются грамотные специалисты и работы по улучшению данной технологии. Пожалуй, это все недостатки системы, которые явно не перевешивают достоинства.

### Литература

1. Официальный сайт журнала Control Engineering Russia. URL: <https://www.controlengrussia.com/apparatnye-sredstva/volokonno-opticheskie-datchiki-dlya-e-kstremalny-h-uslovij/> (дата обращения 15.03.2020).

**Созонов В.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
osobenno.enot.sva@gmail.com

Научный руководитель: Тutyгин А.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и воспроизводительных вычислений

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕКСТОВЫХ РЕДАКТОРОВ КОДА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-САЙТА ФИРМЫ**

В настоящее время Интернет является главным источником информации и знаний, которые являются основной валютой и ценностью. Интернет соединил в себе всё то, что до этого существовало обособленно (телевидение, радио и т.д.). Для России одним из приоритетов является информатизация общества, в том числе и сферы предпринимательства. Без присутствия в сети Интернет невозможно конкурировать с оппонентами, реализовывать свой коммерческий потенциал в полной мере и добиваться успехов [1, С. 89].

С каждым годом интернет-пользователей становится всё больше и больше. По данным 2019 года количество интернет-пользователей равно 4,39 млрд. человек (по данным агентства We Are Social и сервиса Hootsuite) [4]. Поэтому в данный момент сложно представить бизнес в отрыве от Интернета без собственного сайта или группы в социальной сети.

Фирме сегодня крайне необходимо обеспечивать потенциальных клиентов, например, информацией о деятельности компании, продуктах и услугах, которые она предоставляет. Помимо содержания должна быть предоставлена таким образом оформленная информация, чтобы клиент обратил внимание и потратил своё время на чтение того, что до него хотят донести. Именно поэтому фирма должна обладать инструментом, который бы мог бесперебойно обеспечивать информацией будущих потребителей и партнёров, принимать и обрабатывать заказы, сообщая о статусе готовности. Одним из таких инструментов является клиентоориентированный и многофункциональный веб-сайт [5].

Веб-разработка – это процесс профессионального программирования сайта, который регулирует все последующие этапы, связанные с формированием HTML-кода, добавлением различных функциональных компонентов и скриптов, влияющих на показатели юзабилити и технической стабильности [2, С. 535].

Главное, о чём думает клиент – это рациональность приобретения выбранных товаров или услуг. Но недостаточно иметь только качественный продукт, важно ещё уметь продвигать его, делая продукт массовым, то есть ключевая роль в продаже продукта это не только качество, но ещё и продвижение. Поэтому необходимо избегать ошибок, связанных с созданием сайта: неудобный интерфейс, сложная система оформления зака-

зов, отсутствие обратной связи – всё это может отпугнуть клиента даже от действительно хорошего продукта [6].

Проведем обзор инструментов для разработки веб-сайта. Наиболее важной частью любой интегрированной среды является редактор кода, который и обеспечивает взаимодействие пользователя-программиста со средой. Как правило, редактор кода представляет собой обычный текстовый редактор, в котором основные операции выполняются с символами, строками и блоками текста. Однако современные промышленные среды обеспечивают некоторую поддержку языка разработки, например: осуществляется цветовая подсветка синтаксиса, которая обычно настраивается в самом редакторе; блоки кода (классы, модули, условные операторы и операторы цикла, определения подпрограмм, и т.п.) разрешается сворачивать и разворачивать [3, С.18].

Рассмотрим текстовые редакторы кода: Visual Studio Code, Notepad ++, Sublime Text, Eclipse, Atom, Adobe Dreamweaver CC, Brackets.

Visual Studio Code – бесплатный редактор, обладающий мощным встроенным механизмом автозаполнения и значительным количеством расширений. Слабой стороной редактора является достаточно большое время запуска приложения, а также медленным поиском по проектам [7].

Notepad ++ – это также бесплатный редактор, поддерживающий работу с большим количеством вкладок одновременно, имеет легко настраиваемый интерфейс и функционал, который можно расширить с помощью множества плагинов. Из минусов редактора можно выделить минималистичный интерфейс и отсутствие дополнительного функционала [7].

Sublime Text – условно-бесплатный редактор, который предоставляет несколько тысяч различных дополнений с открытым исходным кодом, созданными большим и активным сообществом. Sublime Text является легковесным и не загружает операционную систему, даёт одновременно работать в нескольких окнах, а также параллельно редактировать строки кода, обладая приятным и наглядным интерфейсом (подсветку строк можно менять самостоятельно). Из-за количества расширений страдает их качество, из-за чего некоторые плагины могут работать некорректно. Также неудобно работать с менеджером плагинов [7].

Eclipse – бесплатный редактор, обладающий полноценной IDE с возможностями мощного инструмента разработки, принадлежит к свободному программному обеспечению. Eclipse имеет излишнюю перегруженность для разработки относительно простых сайтов и является достаточно ресурсоёмким приложением [7].

Atom – бесплатный редактор с открытым исходным кодом. Atom имеет большое количество плагинов, среди которых есть такой, что позволяет в режиме реального времени писать код совместно с другими разработчиками. Из минусов редактора самым главным является его огром-

ная ресурсоёмкость – Atom занимает слишком большой объём оперативной памяти, из-за чего часто происходит принудительное закрытие приложения [7].

Adobe Dreamweaver CC – профессиональный редактор от компании Adobe, позволяющий писать код на любом из основных языков программирования. Dreamweaver поддерживает текстовые и WYSIWYG режимы редактора, даёт возможность увидеть, как выглядит тег, просто выделив его. Главным минусом редактора является его цена и условия распространения – продукт распространяется только на условия подписки стоимостью 1352 руб. в месяц [7].

Brackets – бесплатный редактор, имеющий связь с Google Chrome в режиме реального времени, т.е. все изменения в коде будут сразу видны в окне браузера без необходимости обновления страницы. Редактор позволяет извлекать информацию прямо из PSD (шрифты, цвета, измерения и т.д.). В Brackets отсутствует поддержка серверных языков, таких как Python, PHP, Ruby [7].

Представим сравнительную характеристику (анализ) редакторов кода в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ редакторов кода

Редактор	Доступность (бесплатно, условно-бесплатно)	Настраиваемый интерфейс	Низкая нагрузка на ОЗУ	Возможность расширить функционал	Встроенная поддержка параллельного редактирования	Поддержка серверных языков (Python, PHP, Ruby)	Просмотр изменений на сайте в режиме реального времени	Открытый исходный код
Visual Studio Code	+	+	-	+	-	+	-	+
Notepad ++	+	-	+	+	+	+	-	+
Sublime Text	+/-	+	+	+	+	+	+	+
Eclipse	+	-	-	+	+	+	-	+
Atom	+	+	-	+	+	+	+	+
Adobe Dreamweaver CC	-	-	-	+	+	+	+	-
Brackets	+	+	-	+	+	-	+	+

Таким образом, на наш взгляд, наиболее подходящим редактором кода для создания сайта компании является Sublime Text, поскольку именно этот редактор кода отвечает всем заданным критериям.

### Список литературы

1. Турдиева Г.С., Хотамова Д.К. Возможности программного обеспечения Dream Weaver для создания образовательных сайтов // Academy. 2019. №5 (44). С. 89–91.

2. Матвеева А.В. WEB-разработки // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. № 3. с. 535-539. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/web-razrabotki> (дата обращения: 12.03.2020).
3. Лаптев В.В., Грачев Д.А. Интегрированная среда для обучения программированию // Объектные системы. 2013. № 1 (7). С. 17–24.
4. Статистика интернета и соцсетей 2018-2019 в мире и в России [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://www.web-canape.ru/business/vsya-statistika-interneta-na-2019-god-v-mire-i-v-rossii/> (дата обращения: 12.03.2020).
5. Сайт как инструмент / Хабр [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://habr.com/ru/post/50013/> (дата обращения: 12.03.2020).
6. 5 основных причин потери клиентов – нюансы взаимодействия с покупателями [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://www.insales.ru/blogs/university/prichiny-poteri-klientov> (дата обращения: 12.03.2020).
7. ТОП 10 лучших HTML редакторов [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://itvdm.com/ru/blog/article/top10-html> (дата обращения: 12.03.2020).

### **Соловьев В.О.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [solovev.v@edu.narfu.ru](mailto:solovev.v@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Ершова И.В., старший преподаватель кафедры математики и информационных технологий

## **ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО**

При эксплуатации судовой ядерной энергетической установки (СЯЭУ) образуется большое количество радионуклидов. Это привело к необходимости обоснования радиационной защиты от вредного воздействия ионизирующего излучения для населения и персонала, работающего в области использования атомной энергии.

В наше время специалисты в области теоретической физики и информационных технологий добились больших успехов в создании различного программного обеспечения в области физики элементарных частиц, используемых в научных и практических целях. Ярким представителем таких трудов является программный пакет Geant4. Geant4 (GEometry And Tracking) – инструментарий для моделирования прохождения элементарных частиц через вещество с использованием методов Монте-Карло [3]. Данная технология разработана в Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН) на языке программирования C++. Как утверждают авторы данных библиотек, их применение практически не ограничено (ядерные реакции, медицина, ускорители частиц, а также космические физические исследования). Метод Монте-Карло – это численный метод, ис-

пользуемый в области расчёта случайных событий. В основе метода используется многократный обшёт математической модели, полученные результаты используются для вычисления вероятностных характеристик исследуемого процесса [2].

Одним из основных долгоживущих радионуклидов является цезий-137 (Cs-137), имеющий период полураспада равный 30,17 лет [1]. В свою очередь он образуется при  $\beta^-$ -распаде ксенона-137, а также является одним из основных продуктов деления урана-235, сам цезий-137 распадается с образованием ядерного изомера бария-137, испускающего  $\gamma$ -кванты с энергией 0,611 МэВ.

В данной работе автором рассматривается технология создания программы на основе библиотек Geant4 о взаимодействии элементарных частиц. В основе эксперимента лежит взаимодействие  $\gamma$ -кванта с энергией 0,661 МэВ и свинцовых пластин разной толщины. Также в программу добавлена функция отрисовки треков элементарных частиц и вывод данных о регистрации энергии частиц детектором в файл, на основании которых в дальнейшем построен спектр.

Для проверки работоспособности программы использовался лист свинца толщиной, равной слою половинного ослабления. Слой половинного ослабления – это толщина конкретного материала, уменьшающая количество прошедших через него частиц ровно в два раза. Для  $\gamma$ -кванта с энергией 0,661 МэВ толщина слоя свинца составляет 0,65 см.

На рис. 1 представлена модель эксперимента с толщиной свинца, равной слою половинного ослабления. Как показано на рис. 1, через пластину (2) проходят и отражаются  $\gamma$ -кванты (3) и (4) соответственно. Для определения количества и энергии, прошедших через свинцовую пластину частиц, установлен детектор (1).

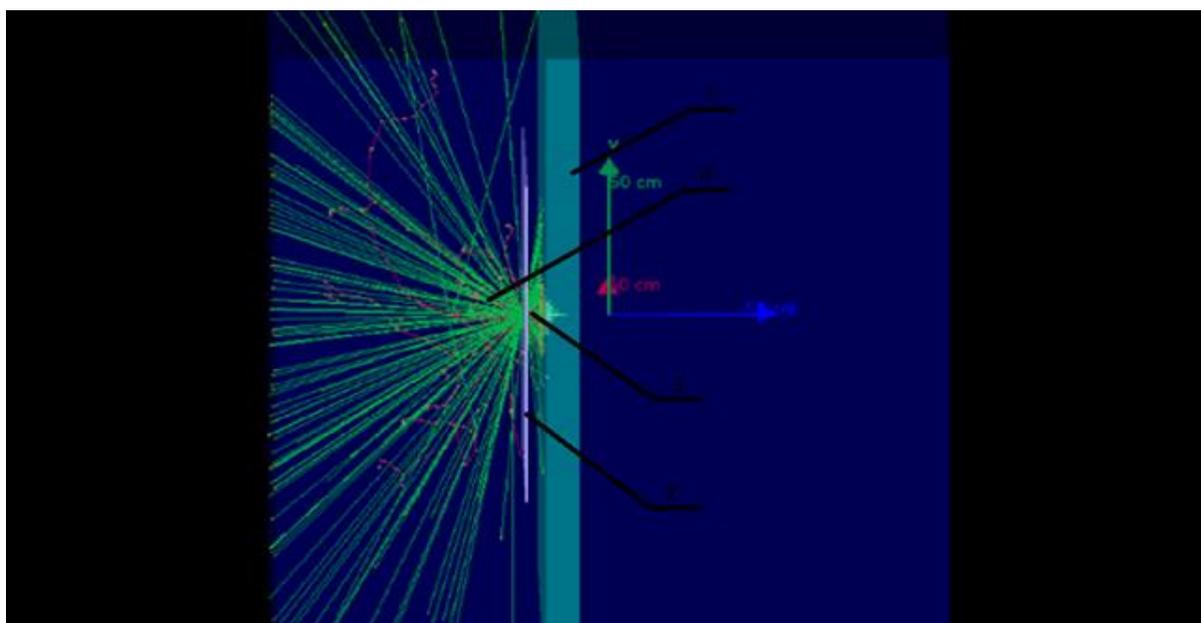


Рис. 1. Визуализация модели эксперимента с толщиной свинца 0,65 см

Было смоделировано 100000 опытов. Теоретически, с учётом задаваемой толщины свинцовой защиты, детектор должен был зарегистрировать около 50000 частиц с энергией примерно 0,661 МэВ. Как видно на рис. 2, зарегистрировано 46098 частиц с энергией 0,6078 МэВ, а сумма всех частиц, прошедших через свинец, равна 58498. Значит, можно сделать вывод о работоспособности программы и о возможности её дальнейшего применения.

Основной эксперимент заключался в определении эффективной толщины свинца для отражения  $\gamma$ -квантов с заданной энергией. Следовательно, по мере увеличения толщины материала наблюдается ослабление частиц и уменьшение их количества.

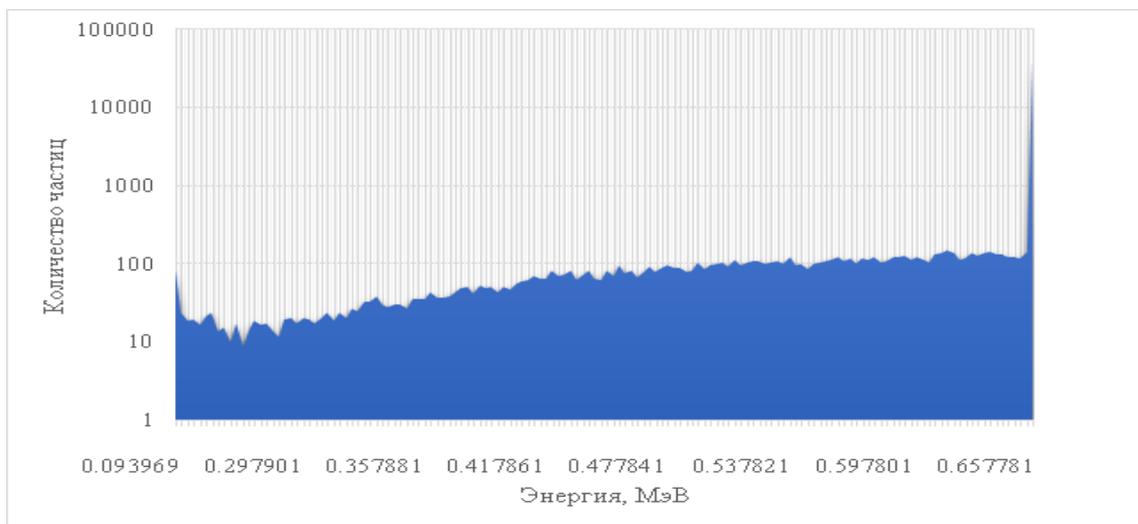


Рис. 2. Спектр  $\gamma$ -излучения, прошедшего через слой половинного ослабления

После многократных построений различных геометрий был выбран образец свинца толщиной 8 см. В результате чего была построена модель эксперимента (рис. 3) и получен энергетический спектр (рис. 4). Уже по результатам рис. 3 можно судить о прохождении частиц через данный образец.

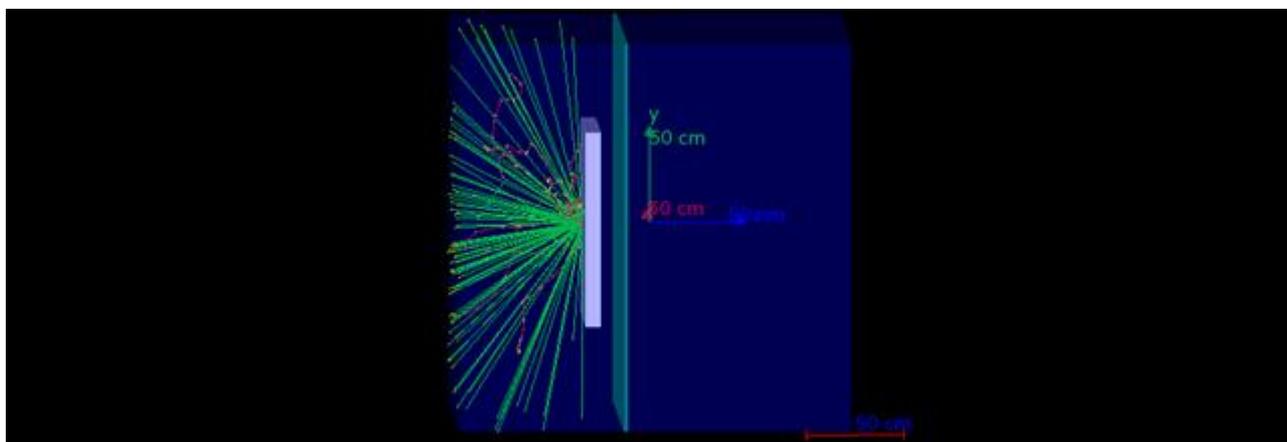


Рис. 3. Визуализация модели эксперимента с толщиной свинца 8 см

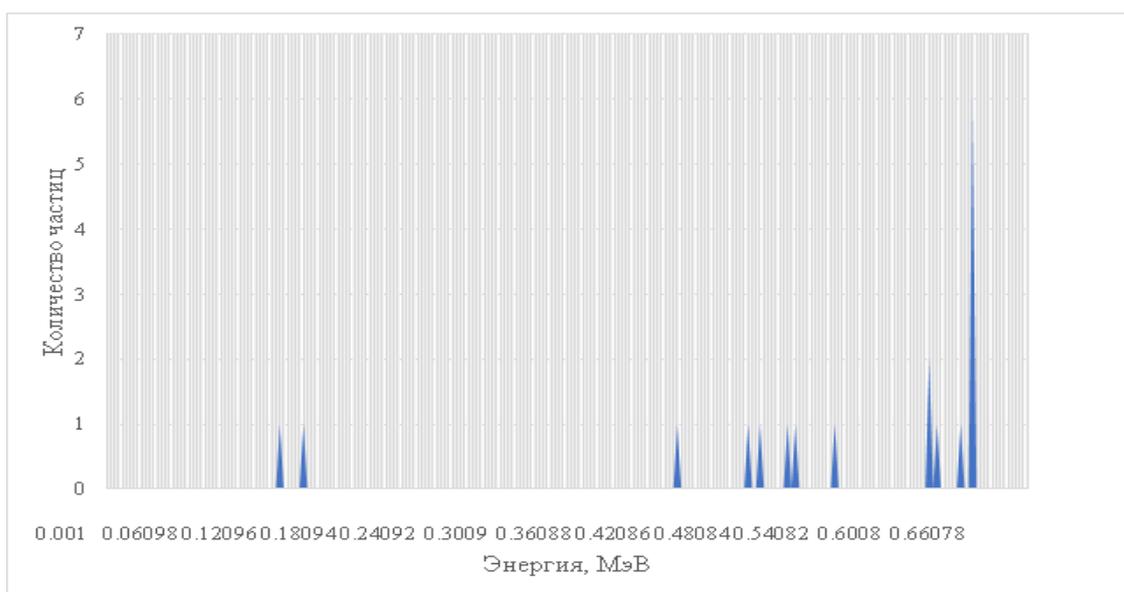


Рис. 4. Спектр  $\gamma$ -излучения, прошедшего через пластину свинца толщиной 8 см

Но, исходя из полученного спектра видно, что из 100000  $\gamma$ -квантов было зарегистрировано 6 с энергией 0,66078 МэВ. А сумма всех частиц, попавших в детектор, равна 18.

Таким образом, на основании полученных данных, можно сделать вывод о достоверности результатов и о целесообразности применения данной программы для оценки толщины радиационной защиты. Данный пакет позволяет определить количество и энергию частиц, прошедших через материал, исключая физическое взаимодействие с источниками ионизирующего излучения.

### Список литературы

1. Абрамов, А.А. Методическое руководство к курсу «Основы радиохимии и радиозэкологии» / А.А. Абрамов, Г.А. Бадун. – Баку: Филиал Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011. – 138 с.
2. Войтишек, А.В. Основы метода Монте-Карло: Учебное пособие / А.В. Войтишек. – Новосибирск: Механико-математический факультет Новосибирского государственного университета, 2010. – 108 с.
3. Максимов, А.А. Выпускная квалификационная работа бакалавра «Адаптация алгоритмов пакета Geant4 на вычислительную архитектуру NubriLIT» / А.А. Максимов. – СПб: Кафедра вычислительных методов механики деформируемого тела Санкт-Петербургского государственного университета, 2016. – 63 с.

**Сотников И.А., Шубин Д.А.**

студенты Высшей школы энергетики, нефти и газа, sotnikovilya0722@gmail.com, dimas-shubin2012@yandex.ru

Научный руководитель: Смолина Н.В., канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетик и теплотехники

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕКОНСТРУИРУЕМОМ ЗДАНИИ ОБЩЕЖИТИЯ В Г. АРХАНГЕЛЬСКЕ**

Россия – одна из наиболее энергопотребляющих стран в мире. Около трети всех энергетических ресурсов страны потребляется на отопление производственных, жилых и офисных зданий. Для соответствия требованиям энергоэффективности должны применяться энергосберегающие технологии и материалы при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий. В России в основном используют теплоизоляцию ограждающих конструкций, энергосберегающие светопрозрачные конструкции. Реализация этих мероприятий не всегда достаточна для снижения потребления тепловой энергии, чтобы удовлетворять требуемым нормативным показателям.

В Архангельске в 70-80-е годы XX в. в районе улиц Воронина-Папанина и Северодвинская-Новгородский были построены здания общежитий студентов серии 164-80-4. Одно из них – общежитие САФУ, возведенное в 1983 году (рис. 1).



*Рис. 1.* Вид на здание общежития САФУ с ул. Воронина

Общая высота девятиэтажного здания – 30 м, средняя высота помещений – 2,5 м. Наружные стены – из силикатного кирпича, оштукатурены только с внутренней стороны стены, теплоизоляция отсутствует. Толщина стен составляет 670 мм.

Чердачное перекрытие – железобетонная круглопустотная плита, керамзитовая засыпка. Кровля рулонная, имеются повреждения верхнего слоя.

Конструкция пола состоит из железобетонного перекрытия над не отапливаемым подвалом. Покрытие – полы дощатые, линолеум.

Окна деревянные двустворные из обычного стекла и пластиковые с одно- и двухкамерным стеклопакетом (в основном на 1 и 2 этажах здания). Деревянные рамы рассохлись.

Входные двери находятся на фасаде здания, остальные являются запасными выходами (общее количество дверей – 11). Состояние дверей удовлетворительное, но имеются неплотности прилегания дверных коробок и дверей.

Результаты расчета площадей ограждающих конструкций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Площади поверхностей ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Площадь, м <sup>2</sup>
Наружные стены	4454
Конструкции пола	730
Чердачное перекрытие	730
Двери без тамбура	10,9
двойные с тамбуром	9,64
Окна деревянные двустворные	603,3
пластиковые стеклопакеты	89,5

Для существующих конструкций был выполнен расчет термических сопротивлений [1].

Климатические данные района расположения объекта [2]: температура наиболее холодной пятидневки –33 °С; средняя температура отопительного периода –4,5 °С; продолжительность отопительного периода 250 суток; зона влажности «Б».

Для всех ограждающих конструкций были определены сопротивления теплопередаче, требуемые по условиям комфортности [3]

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (1)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий вид конструкции;  $\Delta t_{\text{н}}$  – нормируемая температура перепада между температурой наружного воздуха  $t_{\text{н}}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции  $t_{\text{в}}$ ;  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждающей конструкции.

Также для ограждающих конструкций были рассчитаны сопротивления теплопередаче, требуемые по условиям энергосбережения [4]

$$R_9^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода,  $\text{ГСОП} = (t_B - t_{OT}) \cdot z_{OT}$ ;  $z_{OT}$  – продолжительность отопительного периода, сутки [6];  $t_{OT}$  – средняя температура воздуха за отопительный период;  $a, b$  – коэффициенты, зависящие от назначения здания и вида конструкции.

Далее за расчетное значение принималось наибольшее из сопротивлений  $R_0^{TP}$  и  $R_9^{TP}$ .

Фактическое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций было определено [1]

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \left( \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (3)$$

где  $\delta_i$  – толщина слоя материала;  $\lambda_i$  – теплопроводность материала ограждающих конструкций;  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи с наружной стороны ограждающей конструкции.

Результаты расчетов сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Нормируемое сопротивление теплопередаче, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Расчётное сопротивление теплопередаче, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$
Наружные стены	3,54	0,93
Окна деревянные двустворные пластиковые стеклопакеты	0,73	0,47 0,51...0,63
Чердачное перекрытие	4,66	0,56
Конструкции пола	4,66	0,49

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что существующие ограждающие конструкции здания не удовлетворяют современным требованиям. Об этом же свидетельствуют и замечания опрошенных студентов, проживающих в общежитии, и персонала о том, что в зимнее время в помещениях здания холодно.

Наибольшая площадь ограждений приходится на наружные стены (табл. 1). Внутренний микроклимат помещения зависит от их теплозащитных свойств. Известно, что через конструкции стен теряется до 40 % теплоты [3].

Площадь оконных проемов в общей площади наружных ограждений относительно невелика (для здания общежития 13 %), но они имеют меньшую теплозащиту; потери теплоты через окна составляют до 40 %.

Потери тепла и через перекрытия первого этажа, и через крышу составляют до 10 % от общих теплопотерь.

При реконструкции здания общежития для снижения расхода тепловой энергии на отопление в конструкцию стены, цокольного и чердачного перекрытия будет добавлен слой теплоизоляции. В качестве изоляционного материала можно использовать, например, пенополистирол. Его основными преимуществами является высокая тепло- и звукоизоляция. Пенополистирол не является радиоактивным, не содержит опасных веществ, не создает питательной среды для грибков и плесени, прочный, долговечный, морозоустойчивый и экологичный материал.

Расчеты по формуле 3 показывают, что для достижения требуемых значений нормируемого сопротивления теплопередаче (табл. 2) толщина слоя изоляционного материала должна составлять не менее 120 мм для стен, 170 мм для цокольного и 180 мм для чердачного перекрытий.

С 2019 года для условий Архангельска при значении ГСОП = 6125 (К·сут)/год величина  $R_3^{TP}$  для общежития составляет 0,73 (м<sup>2</sup>·К)/Вт вместо ранее требуемого значения 0,61 согласно Изменению № 1 к СП 50.13330.2012. Теперь для светопрозрачных конструкций в деревянных переплетах в климатических условиях г. Архангельска в соответствии с [5] можно использовать только оконные блоки с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием. Для светопрозрачных конструкций в ПВХ-переплётах, в соответствии с [6] значения  $R$  при использовании двухкамерных стеклопакетов с теплоотражающим покрытием ниже  $R_3^{TP}$  (0,57...0,72 (м<sup>2</sup>·К)/Вт). Поэтому при выборе такого типа конструкций необходим протокол испытания.

Такие мероприятия, как замена оконных блоков и утепление ограждающих конструкций, относятся к высокочувствительным. Но при этом теплопотери здания существенно снижаются, а значит, уменьшается и требуемая мощность отопительных приборов. Однако, если замена системы отопления не совершается (в настоящее время в здании система отопления однетрубная, нагревательные приборы – чугунные радиаторы, на которых присутствуют следы коррозии и нарушение покрытия), то теплоотдача существующих приборов может оказаться выше требуемой. Образуются так называемые «перетопы», жильцам приходится открывать окна, и, следовательно, снижения энергопотребления не происходит.

Энергосберегающие мероприятия должны быть реалистичны и достижимы. Проанализировав результаты визуального осмотра и расчетов, можно выделить следующие варианты мероприятий для снижения расхода тепловой энергии на отопление в здании общежития без ухудшения качества внутреннего микроклимата в помещениях:

– использование эффективных теплоизоляционных материалов и рациональное их расположение в ограждающих конструкциях;

– замена оконных блоков (если нет возможности установить новые окна, рекомендуется использовать полиуретановый уплотнитель. При этом воздухопроницаемость снижается на 30-40 %. Позволяет повысить температуру в помещениях и остекление балконов);

– применение эффективных видов отопительных приборов;

– установка термостатических регуляторов;

– установка теплоотражателей за приборами отопления;

– повышение степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений, установка доводчиков.

Таким образом, вопросы энергосбережения при реконструкции здания общежития должны решаться комплексно. Только в этом случае можно добиться существенного снижения энергопотребления.

### Список литературы

1. Малявина Е.Г. Справочное пособие «Теплопотери здания». М.: Издательство АВОК-ПРЕСС, 2007. 144 с.

2. Свод правил СП 131.13330.2018.Строительная климатология. Введ. 2019-05-29. М.: Минрегион, 2018. 107 с.

3. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий. М.: Издательство АСВ, 2000. 368с.

4. Свод правил СП 50.13330.2012.Тепловая защита зданий. Введ. 2012-01-01. (С изменением № 1). М.: Минрегион, 2012. 100 с.

5. ГОСТ 24700–99 «Блоки оконные деревянные со стеклопакетами. Технические условия». Введ. 2001-01-01. М.:МНТКС, 1999. 52 с.

6. ГОСТ 30674–99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия». Введ. 2001-01-01. М.:МНТКС, 1999. 54 с.

### **Спиричев В.Д.**

студент Высшей школы энергетики нефти и газа, spirichev.1999@mail.ru

Научный руководитель: Калиничева О.А. канд. техн. наук, доцент кафедры электро-энергетики и электротехники

### **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЛУЧАЕВ ЭЛЕКТРОТРАВМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Электроэнергетика – это ведущая отрасль, обеспечивающая производство, передачу, распределение и сбыт электроэнергии потребителям, а также экспорт ее за рубеж. Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации является одним из крупнейших в мире. В связи с чем од-

ной из важнейших задач является повышение уровня безопасности на предприятиях.

Одним из видов травм на производстве являются электротравмы – поражающее воздействие электрического тока или электрической дуги на организм человека, ведущее к нарушению целостности и функций тканей и органов. В общем балансе травм на производстве они не превышают 1,5 %. Однако по числу случаев со смертельным исходом электротравмы занимают первое место и превышают 50 %. Поэтому анализ электротравматизма является актуальной темой, способствующей повышению электробезопасности в отраслях энергетического сектора.

Эффективность разрабатываемых мероприятий по электробезопасности существенно зависит от того, насколько правильно определены причины несчастных случаев. Для выявления основных причин электротравм были проанализированы несчастные случаи на предприятиях электроэнергетики в период с 2015 по 2019 гг. Имеющиеся данные были отсортированы по возрастным группам, должностям, а также сезонности и тенденции развития травматизма.

В рассмотренный период на предприятиях РФ было зарегистрировано 62 несчастных случая. В основном это травмы при выполнении работ на воздушных линиях, в распределительных устройствах, работ без снятия напряжения.

Анализируя статистические данные по количеству электротравм с 2015 по 2019 гг. можно увидеть тенденцию к снижению несчастных случаев (рис. 1). Это позволяет сделать вывод, что на предприятиях принимаются меры по увеличению безопасности трудовой деятельности. Но, учитывая, нестабильность данного снижения, можно предположить, что проводимые организационно-технические мероприятия остаются недостаточно эффективными.

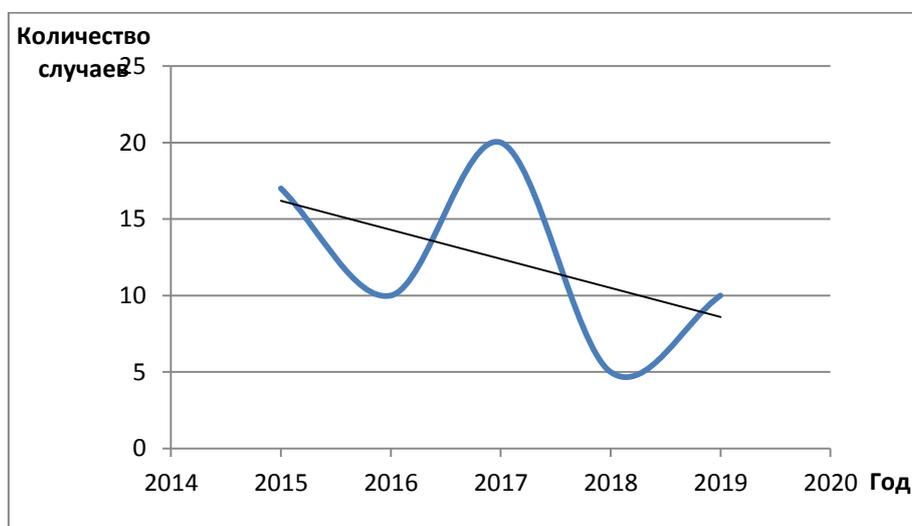


Рис. 1. Динамика травматизма с 2015 по 2019 год.

Среди профессий наиболее подверженных получению электротравм на первом месте находятся электромонтёры (рис. 2). Это объясняется тем, что данные сотрудники непосредственно осуществляют ремонт и обслуживание электрооборудования. Деятельность электромонтёров связана с постоянным риском во время работы, требует внимательности и знания способов защиты от поражения электрическим током, а также способов оказания пострадавшим первой помощи.

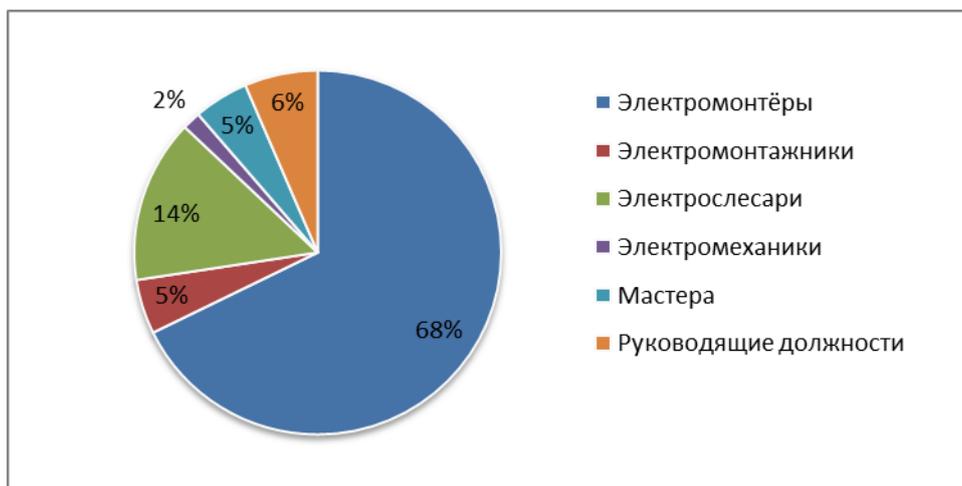


Рис. 2. Диаграмма травматизма по должностям

Распределение травм по возрасту характеризуется данными на рис. 3. Для подобного анализа все работники были разделены на 4 группы: до 30 лет, с десятилетним интервалом 30–40 лет и 40–50 лет, старше 50 лет.

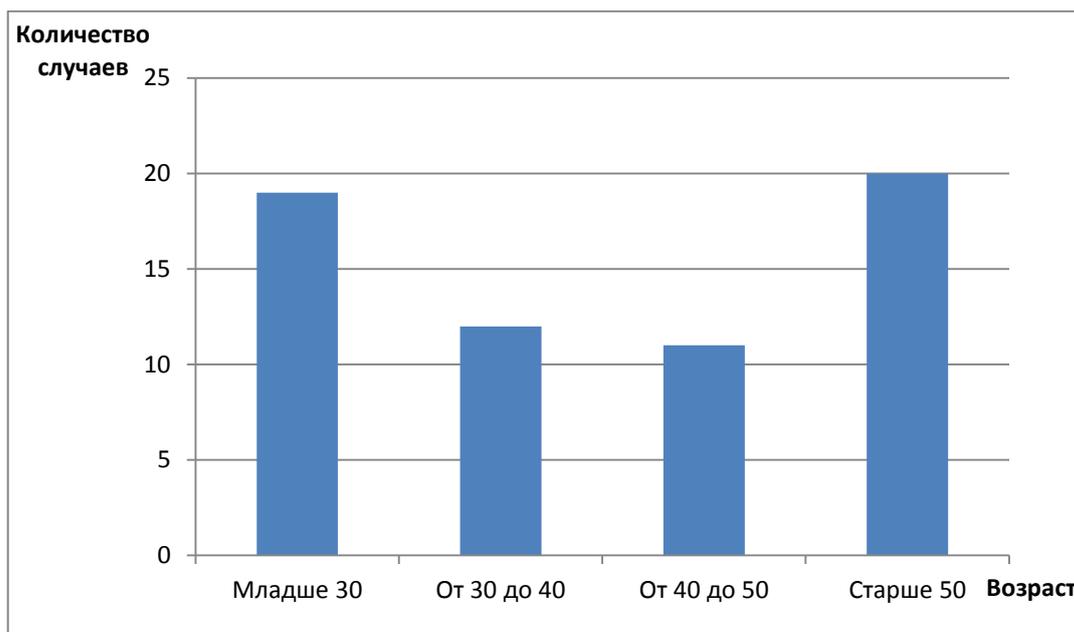


Рис. 3. Динамика травматизма в зависимости от возраста

По полученным данным можно сделать вывод, что сотрудники до 30 лет больше подвержены электротравматизму. Это связано с недостаточным опытом в энергетической сфере. Сотрудники с большим профессиональным стажем (старше 50 лет) попадают во вторую по частоте травмирования электрическим током группу. Возможно, это связано с чрезмерной уверенностью в своей компетентности, с учётом имеющегося опыта работы и профессиональных навыков. Травматизму в зрелом возрасте от 30 до 50 лет сотрудники подвержены приблизительно на 26 % меньше.

Сезонный фактор также оказывает влияние на количество травмированного персонала (рис. 4).

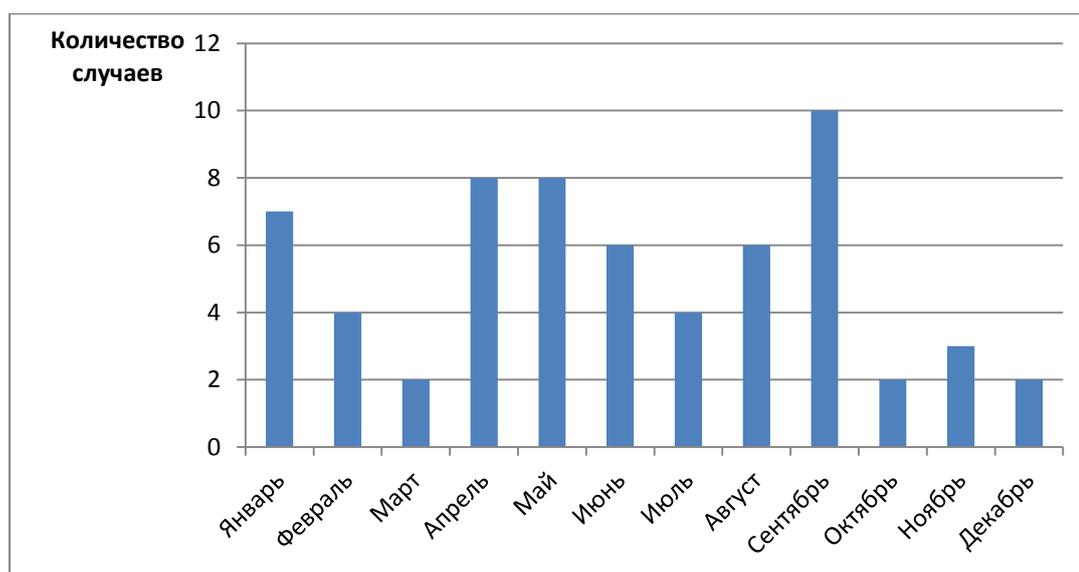


Рис. 4. Сезонность травматизма с 2015 по 2019 года

В январе находится первый пик графика. Вероятно, это вызвано ухудшением погодных условий, что ведёт к частым авариям на ЛЭП. Кроме того, половину месяца занимают праздничные дни, в которые увеличивается количество потребляемой электроэнергии, что ведёт к перегрузке энергоустановок. В свою очередь увеличивается количество персонала необходимого для выполнения ремонтных работ, в результате чего возрастает количество несчастных случаев. В октябре – декабре, феврале и марте наблюдается уменьшение электротравм. Можно предположить, что в это время снижается количество работ в энергоустановках. С апреля по август динамика травматизма выше среднего, но достаточно прямолинейная, что связано с тёплым временем года, когда проводится основное количество электромонтажных работ, что способствует увеличению количества пострадавших. В сентябре наблюдается резкий рост числа электротравм. Возможно, это обуславливается концом тёплого сезона и последующим началом отопительного сезона, что заставляет электротехнический персонал в спешке заканчивать все приготовления к зимнему периоду.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что несмотря на общую тенденцию к снижению электротравматизма на предприятиях электроэнергетики, несчастные случаи со смертельным исходом всё же составляют порядка 35 % от общего числа травм. При этом основными причинами являются:

- нарушение правил электробезопасности;
- низкий уровень подготовки персонала;
- безответственность работников;
- отсутствие контроля за проведением мероприятий по обеспечению безопасности при эксплуатации электроустановок;
- изношенность и неудовлетворительное состояние электрооборудования, электросетей, разрушение изоляции.

Проведённый анализ обозначил основные направления для предупреждения электротравм на предприятиях электроэнергетики. Для обеспечения безопасности труда необходимо строгое соблюдение правил всеми сотрудниками.

Эффективными средствами должны стать:

- систематическая пропаганда электробезопасности на предприятиях с использованием материалов расследования реальных несчастных случаев;
- повышение уровня подготовки персонал путём внедрения новых методов обучения с использованием технических средств и специализированных программных комплексов, видеофильмов;

Практическая подготовка методам оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

- ужесточение правил проверки знаний по электробезопасности;
- использование компьютерных тренажеров для отработки противоаварийных действий персонала;
- замена морально устаревших средств индивидуальной защиты на современные;
- усиление контроля за производством работ особенно в летнее время года.

Предложенные методы должны способствовать дальнейшему сокращению количества несчастных случаев на предприятиях электроэнергетики.

### Список литературы

1. Бондарев, И.П. Учет человеческого фактора в профилактике профессиональных рисков / И.П. Бондарев // Справочник специалиста по охране труда. – 2013. – № 7. – С. 34–39.

2. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 479 с.

3. Калиничева О.А. Основы электробезопасности: учебное пособие / О.А. Калиничева. – Архангельск: САФУ, 2016. – 99 с.
4. Дружилов, С.А. Основы профессиональной деятельности инженеров-электриков / С.А. Дружилов. – М.: Академия, 2010. – 119 с.
5. Грибова Ю.Н., Прокопьева Т.В. Оценка состояния электротравматизма на предприятиях Архангельской области / Ю.Н. Грибанова, Т.В. Прокопьева // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых учёных – Архангельск 2017. – 523 с.

**Стирманова Р.С.**

магистрант Высшей школы естественных наук и технологий,  
r.s.stirmanova@gmail.com

Научный руководитель: Никитина М.В., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры химии и химической экологии

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И АУДИТ НА ТЕРРИТОРИИ  
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД АРХАНГЕЛЬСК»**

Архангельск – город, расположенный на многочисленных островах главной реки Европейского Севера – Северной Двины в самом ее устье, является самым крупным северным городом европейской России. На территории муниципального образования и в непосредственной близости от него сосредоточены предприятия теплоэнергетического комплекса (Архангельская ТЭЦ, Северодвинская ТЭЦ-1, Северодвинская ТЭЦ-2, ТЭС-1 Архангельского ЦБК), предприятия деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (ОАО «Архангельский ЦБК», Филиал ОАО «Группа «Илим», ЗАО «Лесозавод 25»), машиностроительные и судоремонтные заводы (АО «ЦС «Звездочка», ОАО «ПО «Севмаш», АО «СПО «Арктика», ОАО «НИПТБ «Онега», ОАО «Архангельская РЭБ», ООО «Оптимист»).

Питьевым источником Архангельска является Северная Двина. На её акваторию негативно воздействуют сбросы машиностроительного комплекса Архангельского, Северодвинского районов, предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального хозяйства Архангельска, Новодвинска и Коряжмы. Характерными загрязняющими веществами устья реки Северная Двина являются трудноокисляемые вещества (по ХПК), соединения меди, марганца, цинка, а в черте г. Архангельска к ним добавляются алюминий, лигносульфонаты, метанол и на отдельных участках фенолы и нефтепродукты [5]. Согласно статистическим данным из общего количества сбросов порядка 47 % составляет

загрязненная вода, требующая очистки. По комплексным оценкам вода реки характеризуется как «грязная» [2].

Показатели, характеризующие качество питьевой воды, подаваемой населению из разводящей сети хуже, чем в среднем по России (в 2018 году удельный вес проб, не соответствующих нормативам, в 2 раза выше среднего по стране) [2]. Составление перечня работ, необходимых для улучшения качества воды являются частью мероприятий, входящих в задачи федерального проекта «Чистая вода», реализуемого с 2018 года. В Архангельской области утверждена региональная программа «Чистая вода», рассчитанная на 2019–2024 гг. По плану реализации данного проекта к 2024 году качественной питьевой водой должны быть обеспечены 82,9 % жителей Архангельской области. По оценке регионального органа Роспотребнадзора в городе нет воды, которая не обладала бы посторонним цветом и запахом. По проведенной проверке по состоянию на июль 2019 года лишь 63,75 % жителей обеспечиваются пригодной питьевой водой [6].

Согласно информации Росприроднадзора на территории области имеются порядка 157 канализационных очистных сооружений, состояние большинства из которых – неудовлетворительное или аварийное [2].

В результате деятельности предприятий ТЭЦ, автотранспорта, а также целлюлозно-бумажной промышленности основными загрязняющими атмосферу веществами в Архангельске являются диоксиды серы и азота, формальдегид, сероводород, сероуглерод, метилмеркоптан, бензапирен [2].

По данным государственной статистической отчетности за 2018 год состояние загрязнения атмосферы в целом ухудшилось, зафиксированы случаи высокого загрязнения бензапиреном, сероводородом и оксидом углерода, по сравнению с 2017 годом выброс загрязняющих веществ увеличился на 4,04 % и составил 267,03 тыс. т. Увеличение произошло за счет передвижных источников (в сравнении с 2017 годом на 9,5 %), выбросы от стационарных же источников снизились на 0,2 % [2]. Динамика чистоты атмосферы характеризуется негативными тенденциями в первую очередь в связи с ростом числа автомобильного транспорта, за счет чего увеличивается доля выбросов загрязняющих веществ. В целом, уровень загрязнения в Архангельске отмечается как повышенный [2].

Немаловажным фактором, дестабилизирующим природный баланс, является способ утилизации твердых бытовых отходов. В Архангельской области таким способом является их складирование на площадках-полигонах. По мнению экспертов [10] одних только несанкционированных свалок насчитывается более 150 единиц. За 2018 год по области образовалось на 3,1 % больше отходов пяти классов опасности по сравнению с 2017 годом. Большая часть отходов – это отходы IV и V класса опасности

[2]. Многие свалки и полигоны не отвечают экологическим требованиям, не на всех полигонах выполняются требования при захоронении люминесцентных светильников, полимеров, автопокрышек, стекла и других материалов, часто нормативы вывоза ТБО не соблюдаются, что негативно сказывается на экологической ситуации в регионе.

В Архангельской области государственным аналитическим контролем источников загрязнения окружающей среды занимается филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Северо-Западному Федеральному округу» – «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Архангельской области» [8]. Цель деятельности учреждения – обеспечение оперативной и достоверной аналитической информацией государственного аналитического контроля над источниками загрязнения окружающей среды для дальнейшей оценки соблюдения природопользователями природоохранного законодательства.

Объектами аналитического контроля Центра являются: сточная вода, природная вода (поверхностная, подземная), питьевая вода, наблюдение за морфометрическими характеристиками водного объекта, почвы, донные отложения, отходы производства и потребления, промышленные выбросы в атмосферу, атмосферный воздух, отработанные газы автомобилей и др.

Еще одна государственная организация обеспечивающая деятельность Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения по Архангельской области это ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» [7]. Данное учреждение осуществляет проведение оценок соблюдения санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований, проводит исследования в рамках осуществления федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей, обеспечивает ведение социально-гигиенического мониторинга в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проводит информирование и консультирование потребителей, осуществляет сбор и обработку статистической информации, в том числе ведет учет заболеваний в связи с вредным воздействием факторов среды обитания человека.

Экологически безопасное устойчивое развитие Архангельской области и контроль в сфере охраны окружающей среды обеспечивается комплексной работой ГБУ Архангельской области «Центр природопользования и охраны окружающей среды» [1]. Учредителем является Архангельская область в лице министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области. Цели деятельности учреждения заключаются в осуществлении мониторинга окружающей среды на территории Архангельской области, формировании информационных ресурсов о состоянии окружающей среды, разработки программ и мероприятий в

сфере охраны окружающей среды, обеспечении управления особо охраняемыми природными территориями регионального значения, формировании экологической культуры в обществе.

Для достижения поставленных целей обеспечивается функционирование автоматизированной лаборатории контроля загрязнения атмосферного воздуха, осуществляется ведение единого фонда данных экологического мониторинга Архангельской области, формирование регионального кадастра отходов производства и потребления. Проводится отображение пространственных данных о состоянии окружающей среды, об источниках антропогенного воздействия и степени их воздействия на окружающую среду на территории Архангельской области, моделирование и прогнозирование процессов, происходящих в окружающей среде. Разрабатываются Планы создания, функционирования и управления ООПТ, проводятся мероприятия по охране уникальных природных комплексов и восстановлению нарушенных объектов, поддержанию численности редких и исчезающих видов. А также работа направлена на пропаганду экологических и природоохранных знаний, формирование экологической культуры общества и самосознания населения, на повышение роли особо охраняемых природных территорий как эколого-просветительских центров.

Помимо данных государственных организаций ряд коммерческих компаний Архангельска в основу своей деятельности положили направления экологического аудита, аутсорсинга, подготовки и переподготовки специалистов-экологов.

Одна из них – общество с ограниченной ответственностью «Экополис». Основными направлениями деятельности учреждения являются: разработка документации в области охраны окружающей среды и природопользования, санитарно-эпидемиологического благополучия населения и промышленной безопасности; экологический аутсорсинг и аудит; подготовка кадров по природоохранной деятельности, организация и проведение тематических обучающих семинаров по вопросам охраны окружающей среды; поставка и сопровождение компьютерных программ для экологов [4].

Организацией, оказывающей услуги по выполнению работ природоохранного назначения, также является общество с ограниченной ответственностью «ТЭЧ-Сервис», деятельность которого ориентирована на решение экологических проблем в регионе. На базе ООО «ТЭЧ-Сервис» существует Санитарно-экологический центр [3]. Активно занимаются не только экологическими проектами, но и ремонтом, наладкой, реконструкцией сложного энергетического и технологического оборудования, а также энергоаудитом. Ремонтно-монтажное производство решает основные задачи в области экологии и энергетики. За годы работы «ТЭЧ-Сервис» сформирован отдел по наладке теплотехнологического оборудования, которой

занимается не только вопросом изучения и наладки, а также вопросом водоподготовки и газоочистки. Предприятие утилизирует ртутьсодержащие отходы, большие работы ведутся по демеркуризации зданий, сооружений, оборудования и почвы на территории Архангельской области.

Еще одна организация – частное учреждение дополнительного профессионального образования «Экологический консалтинговый центр» [9]. ЧУ ДПО «ЭКЦ» решает задачи по обеспечению экологической безопасности совместно с природопользователями и экологическими общественными организациями Архангельска и Архангельской области. Основными направлениями деятельности ЧУ ДПО «ЭКЦ» являются: проведение экологического обучения, разработка проектной документации в области охраны окружающей среды и природопользования, санитарно-эпидемиологического благополучия населения и промышленной безопасности, экологическое просвещение, экологический аутсорсинг и аудит.

Таким образом, в городе отмечается наличие существенных экологических проблем, связанных с утилизацией твердых бытовых отходов, загрязнением воздуха и питьевой воды. Экологический контроль и мониторинг данных проблем на территории города осуществляют государственные организации: Центр лабораторного анализа и технических измерений по Северо-Западному Федеральному округу, Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области, Центр природопользования и охраны окружающей среды. Ряд коммерческих организаций города в качестве направлений своей деятельности избрали разработку документации в области охраны окружающей среды и природопользования, санитарно-эпидемиологического благополучия населения и промышленной безопасности, экологический аутсорсинг, экологический аудит, подготовку кадров по природоохранной деятельности, они также организуют и проводят тематические обучающие семинары по вопросам охраны окружающей среды. В целом, деятельность данных организаций решает задачу обеспечения экологической безопасности не только в Архангельске, но и во всей области.

### Список литературы

1. ГБУ Архангельской области «Центр природопользования и охраны окружающей среды» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://eco29.ru/> (дата обращения: 17.03.2020).
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Архангельской области в 2018 году» [Электронный ресурс]: Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области [сайт]. URL: [http://29.rospotrebnadzor.ru/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c5d52bc9-bd8d-47f5-a800-9d749bf1345a&groupId=10156](http://29.rospotrebnadzor.ru/c/document_library/get_file?uuid=c5d52bc9-bd8d-47f5-a800-9d749bf1345a&groupId=10156) (дата обращения: 10.03.2020).
3. Общество с ограниченной ответственностью «ТЭЧ-Сервис» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <https://www.tech-servis.com/> (дата обращения: 17.03.2020).

4. Общество с ограниченной ответственностью «Экополис» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://www.arhesopolis.ru/> (дата обращения: 17.03.2020).
5. Попова Л.Ф. Комплексная эколого-химическая оценка и нормирование качества почвенно-растительного покрова городских экосистем: на примере Архангельска: дис. ... д-ра биол. наук. Архангельск. 2015.
6. Районы должны активнее включиться в реализацию федерального проекта «Чистая вода» [Электронный ресурс]: Пресс-центр Правительства Архангельской области: [сайт]. URL: <http://dvinanews.ru/-o0wkvese> (дата обращения: 12.03.2020).
7. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://fbuz29.rospotrebnadzor.ru/about/> (дата обращения: 17.03.2020).
8. ЦЛАТИ по Архангельской области [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://цлати-ao.pф> (дата обращения: 17.03.2020).
9. Частное учреждение дополнительного профессионального образование «Экологический консалтинговый центр» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://www.екс29.ru/> (дата обращения: 17.03.2020).
10. Экологическая повестка в Архангельской области [Электронный ресурс]: Давыдов. Индекс [сайт]. URL: <https://davydov.in/nature/ekologicheskaya-povestka-v-arxangelskoj-oblasti/> (дата обращения: 13.03.2020).

### **Суханова Л.И.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий,  
[ljuda-sukhanova0@rambler.ru](mailto:ljudasukhanova0@rambler.ru)

Научный руководитель: Залывская О.С., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

Положительное действие растений на здоровье человека давно изучено и доказано. Но в современных условиях города очень трудно найти место, где ежесезонно можно отдохнуть и насладиться зелеными растениями, которые в свою очередь позитивно влияют на все чувства и эмоции человека. Приходя домой после тяжелого рабочего дня человеку необходимо восстановить силы и отдохнуть, сбросить негативные мысли. Поспособствовать этому могут комнатные растения.

Необходимо отметить положительные аспекты при содержании комнатных растений в квартире, влияющие на здоровье человека:

- контроль за влажностью в пределах оптимального уровня для здоровья человека;

- фитонцидные свойства растений, подавляющие жизнедеятельность вредных микроорганизмов;
- поглощение углекислого газа и выделение кислорода;
- быстрое восстановление умственной усталости;
- значительное снижение чувство тревоги, печали и гнева;
- сокращение уровня стресса [1].

В связи с вышеперечисленными аспектами можно заключить, что используя комнатные растения или композиции из цветов можно улучшить физическое состояние человека, а также придать интерьеру новый дизайн.

В условиях жилого помещения выгодно будет смотреться миниатюрная композиция в горшке, либо в любой другой емкости. Такая композиция должна объединить различные элементы растений, элементы декора и воссоздать гармоничную среду для проживания человека.

Самым простым способом составления композиций является высаживание в единую композицию растений в небольших отдельных горшках. В таком случае необходимости подбирать цветы со сходными условиями содержания нет. Рядом могут расти абсолютно разные растения по условиям ухода. Но если рассматривать композицию в одной емкости, дело обстоит иначе. Чтобы мини композиция радовала, необходимо правильно подобрать растения. Для выбора растений необходимо пользоваться следующими принципами [2].

Необходимо подобрать растения с одинаковыми условиями содержания.

Композиции лучше составлять из растений, принадлежащих одному семейству, виду. Хорошо подойдут различные сорта вида. Чтобы избежать однотипности растений можно составить композицию из контрастных декоративных видов, которые похожи по экологическим требованиям, но с различными формами листьев, соцветий, плодов.

Чтобы растения не чувствовали себя дискомфортно в процессе роста и развития в создаваемой среде, следует учесть требования к освещенности, составу почвы и поливу. Также, стоит учесть температурный режим, выбранных цветов [3].

Так как место для композиции ограничено горшком или другой емкостью, то лучше выбирать виды, которые займут немного места. Корневая система всех растений должна быть сомкнутой, уходящей вертикально вниз. Растения с ползущей и горизонтально распространяющейся корневой системой со временем погубят соседствующие растения.

Также не стоит забывать о размере растений, их соцветий и плодов. Одни растения могут угнетать другие в связи со своими габаритами, либо активного потребления ресурсов. Постараться высаживать растения так, чтобы они помогали друг другу, например защищали их от некоторых

вредителей или помогали активно развиваться, а также не затеняли пространство для корневой системы «соседа». У каждого растения должна быть своя площадь питания, и получения необходимого количества света.

Разные по высоте растения лучше располагать следующим образом: высокие экземпляры на заднем плане композиции, у края емкости, а низкорослые – на переднем плане и по бокам [4].

Размещая многолетники на цветниках необходимо помнить, что со временем они разрастутся, поэтому не нужно высаживать растения слишком плотно друг к другу, между растениями должно существовать воздушное пространство. Густая посадка может приводить к возникновению грибковых заболеваний и гнилей.

В горшке можно применять почвопокровные растения, за которыми не нужен особый уход. Они сохраняют пространство от сорняков, а также создадут декор грунта в горшке.

Чтобы цветение элементов не прекращалось, композиции из цветущих многолетних растений необходимо подобрать так, чтобы периоды их цветения плавно сменяли друг друга [3].

Также необходимо компоновать растения для единой композиции с учетом цветовой гаммы и формы листьев.

При соблюдении вышеизложенных принципов композиция будет существовать долгое время.

В дополнение, миниатюрные декоративные формы добавляют креативности и уникальности миниатюрному саду. К примеру, это будет мостик, забор или соразмерный с композицией домик.

Такая композиция добавит в ваш интерьер свежесть и будет радовать глаз ежесезонно.

### Список литературы

1. Влияние комнатных растений на здоровье человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/79/437/38404.php> // (дата обращения 7.03.2020)
2. Растения в дизайне интерьера [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://florist-club.com/design/kompozitsii-iz-komnatnyh-tsvetov.html> // (дата обращения 7.03.2020)
3. 7dach.ru [Электронный ресурс]. Основные принципы растительной композиции. Режим доступа: <https://7dach.ru/Uleyskaya/nemnogo-teorii-osnovnye-principy-rastitelnoy-kompozicii-107114.html> // (дата обращения 5.03.2020)
4. Building online [Электронный ресурс]. Миксбордеры из многолетников. Режим доступа: <https://b-online.ru/landshaftnyy-dizayn/krasivye-miksborderiy-iz-mnogoletnikov-gotovyie-shemy-gramotnyy-podbor-rasteniy.html> // (дата обращения 3.03.2020)

**Сухарев Е.И.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [e.suharev@rambler.ru](mailto:e.suharev@rambler.ru)

Научный руководитель: Лимонникова Е.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры судовой электроэнергетики и автоматики

## **ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И ДАЛЬНЕГО СЕВЕРА**

Возможность использования водорода в качестве альтернативного топлива в Арктике и на Крайнем Севере особенно актуальна в условиях обострения конкуренции за ресурсы в этих регионах, постоянного поиска альтернативных источников энергии, способствующих сохранению окружающей среды и безопасности с точки зрения экологии, исследован целый ряд альтернативных видов топлива и технологий для потенциального использования в Арктике.

К альтернативным видам топлива относятся: гибридные масла, СПГ, сжиженный газ, биотопливо (биодизель, биогаз), метанол, водород, аммиак, аккумуляторы-электрические и гибридные (топливо-и эмиссионная оптимизированная работа двигателя с гибридизацией батарей), синтетическое топливо, возобновляемое питание (ветер, волна, солнце).

Альтернативными оптимальными видами топлива являются водородные варианты, они связаны с соответствующими преобразователями (рассматривается оптимальное использование данного топлива). Это исследование имеет важнейшее значение, так как водородные двигатели незначительно загрязняют окружающую среду, а также пары смазок и масел выделяют только водяной пар, что обусловлено преобладанием водородного топлива-практически неограниченного ресурса, но проблема – по своей взрывоопасности при смешивании с воздухом, когда образуется так называемый «гремучий газ» при объемном соотношении водорода и кислорода 2: 1, или водорода и воздуха 2: 5.

Актуальность освоения северных территорий и Арктики, разведанные богатые ресурсы которой с каждым годом увеличиваются, связана с тем, что деятельность в Арктике влияет на изменение климата, здоровье и окружающую среду, Северный полярный круг, располагает большим количеством различных полезных ископаемых, а сокращение углеводородов в мире все больше обостряет напряженность международной политики, особенно арктических государств – России, США, Канады, Норвегии, Дании и международных организаций в плоскости энергетики.

Теоретически водород является наиболее эффективным аккумулятором энергии как топливо с наибольшей массовой энергоемкостью, но он занимает большой объем, даже жидкий в объеме при  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$  он в 3,5 раза больше бензина А-92 в эквивалентном количестве, и имеет более высокую

энергоёмкость, чем газ и нефть или любой другой газ в двигателях внутреннего сгорания тепловая энергия, необходимая для совершения механической работы, получается в результате химических реакций между вводимым в цилиндр топливом и кислородом воздуха.

Время, в течение которого протекают эти реакции в современных быстроходных двигателях, весьма ограничено и составляет сотые и даже тысячные доли секунды.

Длительность процесса подготовки смеси топлива с воздухом к химической реакции и фаза горения зависит от типа смесеобразования и тактности двигателя, горение водорода составляет 120 600 кДж / кг, 28 800 ккал / кг, пропан – 11 000 ккал / кг, масло – 10 000 ккал / кг, но оно значительно лучше с точки зрения процесса горения-высокая скорость горения, влияющая на распространение пламени, широкие пределы стабильного горения, хорошая воспламеняемость, чем углеводородное топливо, и двигатель будет хорошо заводиться независимо от температуры ОС, не нужно постоянно держать двигатель работающим или тщательно прогревать.

### **Способы получения водорода в Арктических условиях**

В последнее время приобрела актуальность *методика использования биотехнологий* – при условии недостатка кислорода и серы, хламидомонады начинают интенсивно выделять водород,

В современных Арктических условиях актуален способ адсорбции – во время адсорбции для выделения водорода используют адсорбенты – твердые вещества, поглощающие необходимые компоненты газовой смеси. В качестве адсорбентов применяют активированный уголь, силикатный гель, цеолиты. Для осуществления этого процесса применяют специальные аппараты – циклические адсорберы или молекулярные сита. При реализации под давлением этот метод позволяет извлекать 85 %-ный водород.

Если сравнивать адсорбцию с низкотемпературной конденсацией, можно отметить меньшую материальную и эксплуатационную затратность процесса – в среднем, на 30 %. Методом адсорбции производят водород для энергетики и с применением растворителей. Такой способ допускает извлечение 90 % H<sub>2</sub> из газовой смеси и получение конечного продукта с концентрацией водорода до 99,9 %.

Основными эксплуатационными свойствами жидкого арктического топлива является его испаряемость, воспламеняемость, прокачиваемость, вязкость, температура помутнения, температура застывания, склонность к образованию отложений и нагара, его коррозионное действие, процесс сгорания протекает более плавно, двигатель работает экономично и не так жестко. Но с цетановым числом более 50 единиц топливо в цилиндре вос-

пламеняется, не успев распространиться по всей камере сгорания и перемешаться с воздухом: в результате происходит неполное сгорание, снижается мощность и увеличивается расход топлива.

*Прокачиваемость жидкого* арктического топлива по топливной системе, главным образом через фильтры грубой и тонкой очистки, оценивается вязкостью, температурами помутнения и застывания, содержанием механических примесей и воды. Фильтры грубой очистки задерживают механические частицы размером более 50–60 мкм, тонкой – более 2–5 мкм.

*Вязкость* арктического топлива в большей степени определяет качество распыливания топлива и смесеобразования. Вязкость регламентируется действующими ГОСТами при температуре 20 °С и находится в пределах 1,2–6,0 мм<sup>2</sup>/с (с Ст). Топлива с невысокой вязкостью хорошо распыливаются, но при слишком малой вязкости подтекают через распыливающие отверстия форсунок, вызывая их закоксовывание.

Из-за недостаточной дальнобойности струи топливо сосредотачивается и сгорает у распылителя форсунки, не распределяясь равномерно по всей камере сгорания. В результате – неоднородность смеси, ухудшение процесса сгорания и падение мощности. Маловязкое топливо ухудшает условия смазки деталей топливной аппаратуры.

С увеличением вязкости жидкого топлива качество смесеобразования ухудшается, т.к. при распыливании образуются капли, которые не успевают испариться. Топливо полностью не сгорает, увеличивается его расход, наблюдается дымный выпуск отработавших газов. Для летней эксплуатации вязкость арктического топлива должна находиться в пределах 3,0–6,0, для зимней 1,8–5,0 и для арктической – в пределах 1,2–4,0 сантистокс (мм<sup>2</sup>/с).

*Температурой застывания* является температура, при которой топливо теряет свою текучесть. Эта температура должна быть на 10 °С ниже температуры окружающего воздуха. Водородное топливо во всех видах соответствует требованиям в отличие от нефтяных производных [2].

Человеческая деятельность в Арктике влияет на изменение климата, здоровье и окружающую среду, а альтернативные виды топлива в арктической энергетике могут значительно снизить выбросы и воздействие и риски, связанные с использованием и перевозкой тяжелого альтернативных оптимальных видов водородного топлива (НФО) [3]. Поэтому альтернативные виды топлива во всем мире становятся все более востребованы, как способ замены топлива на основе нефти. От имени РАМЕ компания DNV GL в докладе провела оценку альтернативных видов топлива и технологий для потенциального использования Арктики. Их работа финансируется за счет «средств для Арктического экологического сотрудничества», предоставленных:

- Министерством иностранных дел Норвегии;
- Соучредителями РАМЕ;
- Норвегия;
- WWF.

Выделяют следующие альтернативные виды топлива:

- спиртовое топливо;
- альтернативные оптимальные виды синтезируемого водородного топлива,
- арктическое топливо/МГО, с низким содержанием серы гибрид,
- гибридный с низким содержанием серы (арктический оптимизированный),
- биодизель (НВО),
- биогаз,
- СПГ,
- полный электрический,
- метанол,
- жидкий водород,
- аммиак.

Каждый из них имеет свои плюсы и минусы. Для того, чтобы провести сравнительную оценку этих видов топлива был использованы соответствующие преобразователи, а также гибридные аккумуляторные батареи для разных видов топлива, а также применяли эмиссионную оптимизацию работы двигателя там, где это применимо [3].

На основе оценки водородное топливо определено как наиболее перспективное топливо для применения в Арктике. Его применение помогает сократить выбросы в атмосферу и приводит к сокращению разливов нефти.

Пристальные взоры многих государств обращены на север, ведь в Арктическом регионе по оценкам экспертов запас ресурсов составляет от 15 до 30 процентов мировых запасов нефти и природного газа, а внедрение альтернативных видов топлива в арктическом регионе может значительно упростить освоение территорий и сократить выбросы и воздействие на окружающую среду.

Эффективность водорода как альтернативного топлива для арктических энергоустановок, а также котельных и техники делает дальнейшие исследования темы перспективными, и внедрение его необходимо в Российской Федерации [1].

#### **Список литературы**

1. Дигонский С.В., Тен В.В. Неизвестный водород. – СПб: Наука, 2006
2. Züttel A., Borgschulte A., Schlapbach L. Hydrogen as a Future Energy Carrier.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.
3. WWF 2018; Ocean Conservancy 2017

**Тартаковская М.В.**

аспирант Высшей школы естественных наук и технологий, fullmetalheart@mail.ru

Научный руководитель: Коптев С. В., д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой лесоводства и лесоустройства

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСОВ**

Леса являются сложной экосистемой. Они играют жизненно важную роль в глобальном углеродном цикле. Лесная биомасса является ключевым параметром в изменении климата, экологическом моделировании, и управлении лесами [1]. Одним из важных направлений в лесном хозяйстве является мониторинг развития биомассы. С помощью данных о лесной биомассе можно проанализировать как антропогенные и естественные процессы влияют на лес [3].

Для получения достоверных данных о качественных и количественных показателях биомассы необходимо постоянно пересматривать и актуализировать существующие методы оценки. Главной сложностью получения данных о лесных территориях является отсутствие эффективных и рентабельных методов крупномасштабной оценки [1]. На фоне возрастающего внимания к проблемам использования и воспроизводства лесов происходит повышение требований к информационному обеспечению. Существенную роль в этом могут сыграть методы получения и анализа таксационной информации о лесах по космическим снимкам. Существует несколько методов, каждый из которых имеет достоинства и недостатки. Наиболее перспективным методом изучения лесов на данный момент является лидарный метод (LIDAR – Light Detection and Ranging) [5]. Целью данной работы является разработка комплексного метода для сочетания данных таксации лесов, дистанционного зондирования и лидарных данных.

Принято считать, что самым точным и надежным методом получения данных является полевое наблюдение (метод натурного обследования). Это – проведение полевых работ по ранее намеченным маршрутам с закладыванием пробных площадей. На пробных площадях проводится описание древостоев, подроста, подлеска, напочвенного покрова, рельефа. Для характеристики почвы выкапывается почвенный разрез и составляется его схема с описанием почвенных горизонтов. Далее определяется характеристика лесной растительности: состав древостоя, класс бонитета, средние высоты, диаметры, размерные характеристики подроста, подлеска. Но этот метод имеет и минусы: трудоемкий процесс описания пробных площадей и отбора проб; большие временные затраты; дорогостоящий; в некоторых случаях уничтожается часть объекта исследования; требуется большое количество квалифицированных специалистов; нет транспортной доступности в некоторых областях; подходит только для небольших объ-

емов исследования. Несмотря на минусы полевого обследования, этот метод остается самым достоверным [1].

В сравнении с полевым обследованием данные ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли) позволяют решить проблему трудоемкого процесса описания пробных площадей, привлечения большого количества специалистов, временные затраты и описание труднодоступных районов. Однако данные дистанционного зондирования имеют ограничения для получения информации о вертикальной структуре растительности и в определении ярусов древостоев. В ДЗЗ определение ярусов – это очень сложный и трудоемкий процесс, в отличие от лидарной съемки [4]. При большой густоте крон деревьев точность данных ДЗЗ будет уменьшаться. Также сильное влияние на точность данных оказывает облачность [1]. Применение данных ДЗЗ в основном рекомендуется для анализа массивов лесных насаждений, а не отдельно стоящих деревьев. До появления лидарной съемки использование данных ДЗЗ было ограничено из-за низкого вертикального и горизонтального разрешения. Лидарный метод позволяет решить наиболее важные недостатки полевого обследования, при его использования в комплексе [2].

На данный момент одним из наиболее перспективных методов оценки лесных насаждений считается лидар. Технология обнаружения и измерения лазерным импульсом позволяет получить достаточно точную вертикальную и горизонтальную информацию с высоким пространственным разрешением. Суть метода состоит в непрерывном записывании времени прохождения световых импульсов в момент испускания, достижения объекта и возврата.

Главным достижением данного метода получения данных является возможность моделирования местности, получение и классификация данных для анализа показателей лесных насаждений [1]. После обработки данных просчитывается сценарий возможных нарушений лесного покрова в зависимости от источника и проводится прогнозирование лесовосстановления после лесных пожаров и рубок насаждений. Также можно проследить снижение или рост биоразнообразия в регионе [3]. Важными характеристиками для комплексной оценки лесных насаждений являются высота крон деревьев, густота крон, полнота насаждений. Получение таких данных позволит спроектировать часть надземного лесного покрова для определения запаса древостоя и других важных таксационных параметров. Также появляется возможность проанализировать условия роста деревьев, определения спелости древостоев [2]. Данные комплексной оценки помогут усилить существующую систему мониторинга лесов, рациональное использование лесов и лесное планирование [1]. На данный момент главное достижение лидарной съемки – это возможность определения характеристик отдельно стоящих деревьев [2].

Отрицательной стороной данного метода является необходимость корректировки затухания импульсов для получения наиболее точных данных о скорости испускаемой волны. Также нужно брать во внимание угол отклонения спутника во время съемки [1]. Полученные данные могут содержать в себе пробелы в виде шумовых пикселей и радиометрических несоответствий [3]. Проблему можно решить использованием нескольких снимков на одной территории (разные траектории полета) с небольшой разницей в местоположении и наложением их друг на друга [1].

Также подтверждается, что существует разница между наборами данных для насаждений разных возрастных групп. Она выражается в специфике лазерного сканирования, так как лазерный сигнал может пропустить верхушку дерева и первое отражение сигнала происходит от более низкой точки в кроне дерева. При оценке средневозрастных и приспевающих насаждений, где проводятся прореживания и проходные рубки этот метод позволит проводить более точные описания участка, так как расстояния между деревьями будет более равномерным. При оценке молодых насаждений существует проблема недостаточно плотного облака точек лидарной съемки [2], что может приводить к невозможности определения доминантных пород деревьев [4]. В таких насаждениях необходимо одновременно использовать данные лидарной съемки и полевого обследования [2].

Данные как лидарной съемки, так и ДЗЗ необходимы для применения в лесном хозяйстве. Для наиболее точного получения информации предлагается применять комплексный подход к сбору данных. Необходимо сочетать методы полевого исследования, лидарные данные и данные дистанционного зондирования лесов. Это позволит с высокой точностью проводить дистанционную таксацию лесов при минимальных наземных работах и значительной экономии времени и материальных средств [5].

В качестве источников данных дистанционного зондирования предлагается использовать материалы космических съемок сверхвысокого разрешения, данные воздушного лазерного сканирования с пилотируемых носителей, цветную цифровую аэрофотосъемку в тесной комбинации друг с другом, что позволяет взаимно нивелировать недостатки каждого из методов [5]. При наличии данных измерений прошлых лет можно проследить не только динамику насаждений, но и рассмотреть закономерности, сценарии развития антропогенных и естественных процессов.

### Список литературы

1. Lim K., Treitz P., Wulder M., St-Onge B., Flood M. 2003. LiDAR remote sensing of forest Structure. *Progress in Physical Geography* 27,1 (2003) pp. 88–106;
2. Luo S., Wang C., Xi X., Nie S., Fan X., Chen H., Ma D., Liu J., Zou J., Lin Y., Zhou G. 2019. Estimating forest aboveground biomass using small-footprint full-waveform airborne LiDAR data. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*. 83 (2019) 101922;

3. Nguyen T., Jones S., Soto-Berelev M., Haywood A., Hislop S. 2020. Monitoring aboveground forest biomass dynamics over three decades using Landsat time-series and single-date inventory data. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation* 84 (2020) 101952;

4. Ivanovs J., Lazdins A. 2018. EVALUATION OF TREE HEIGHT AND NUMBER OF TREES USING LIDAR DATA. Latvian State Forest Research Institute "Silava", Latvia. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Jelgava, 23.-25.05.2018;

5. Рыльский И.А. 2018. Подходы к определению таксационных показателей леса с использованием аэрокосмических снимков и лазерного сканирования. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-2-24-216-240.

### **Толстикова В.В.**

магистрант Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [tolvas345@gmail.com](mailto:tolvas345@gmail.com)

Научный руководитель: Шошина К.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий

## **К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОПЕРЕВОЗОК**

Одной из самой первой из всех отраслей, считается лесная промышленность. Она имеет в себе всевозможные мероприятия, которые позволяют обеспечить заготовку и далее переработку лесных ресурсов. В лесном комплексе, как и в любой другой промышленности, имеется немалое количество предприятий, которые распределяют все имеющиеся ресурсы между собой и перерабатывающие древесину для переработки в дальнейшем для того, чтобы использовать ее в производстве товаров из этого природного ресурса. Важную роль для интенсификации использования и воспроизводства лесов несет в себе лесная инфраструктура, и главное всего плотность лесных дорог. На данный момент законодательство по лесному делу не регулирует должным образом их строительство и содержание, также не определены права и ограничения арендаторов лесных территорий, которые занимаются строительством и эксплуатацией лесных дорог. Лесные дороги не внесены в список автомобильных дорог регионального или местного значения и не отражены в схемах территориального планирования. Так же и не маловажен тот факт, что не проработан механизм софинансирования строительства лесных дорог за счет бюджетных и внебюджетных источников на принципах государственно-частного партнерства [1].

Целью исследования данной тематики является анализ транспортной системы и рекомендации по ее улучшению.

Для достижения цели необходимо решение нескольких задач:

- a) Анализ сущности исследования данной области;
- b) выявить рекомендации по улучшению данной системы;
- c) проанализировать перспективы этой отрасли.

Причина, по которой был сделан выбор на исследование данной области обуславливается современным состоянием предприятий лесопромышленного комплекса, характеризующимся постоянно:

- возрастанием конкуренции;
- изменениями на рынках поставщиков и потребителей;
- территориальной разобщенностью и существенным влиянием природных факторов.

Эти обстоятельства ставят необходимым условием оперативное принятие оптимальных решений, с точки зрения эффективного функционирования, а также появлению новых подходов к планированию через создание новых моделей логистического процесса с учетом специфики отрасли.

Многие организации по дорожным системам и пользователи лесных дорог испытывают трудности в получении информации о состоянии лесных дорог. Существует простой метод для обследования состояния дорог, который поможет справиться с этой проблемой. С помощью карманного ПК со встроенным GPS и специальным программным обеспечением, дефекты дорожного покрытия можно легко зарегистрировать на сети лесных дорог. В программе используется всего три класса для каждого дефекта, которые легко определяются по фотографии на экране ПК, обследование может быть выполнено любым человеком после короткой инструкции. Данные обследования передаются на сервер базы данных, откуда могут быть получены и визуализированы на компьютере с помощью, например, программного обеспечения Road Doctor (Дорожный Доктор). Результаты могут быть показаны на разном виде GIS картах, поскольку классифицируемые дефекты обозначаются разными цветами [2]. Данный метод сильно упрощает сбор и визуализацию результатов обследования дорожных условий, а также ускоряет и удешевляет этот процесс. Информация о дорожных условиях на лесных дорогах является быстрой и надежной и она поможет планировать работы по содержанию и восстановлению дорог, а также планировать транспортировку и снижать затраты. Документация по регулярному обследованию дорожных условий позволит следить за состоянием дорожного полотна [2].

Транспортировка достаточно широкая сфера деятельности и сочетает в себе процессы передвижения транспортного и материального потока.

Себестоимость транспортировки немаловажна и определяется необходимостью логистики товаров из места производства в место сбыта.

Одной из самых главных задач транспортных предприятий является бесперебойное обеспечение промышленных и хозяйственных объектов

различного типа сырья, материалов и т.п. для эффективной работоспособности, как единой системы экономического и технологического процессов. Помимо того, транспортные услуги включают отгрузку готовой продукции потребителям и вывоз промышленных отходов с территории производства и лесосек. Перевозка лесного сырья выражена территориально неравномерным распределением расчетных лесосек и потребителей. Транспортная связь между лесозаготовительным предприятием и его потребителями происходит на дорогах общего пользования с высоким качеством дорожного покрытия, и на дорогах, которые относятся к категории «лесные дороги»), и они во множестве случаев не имеют асфальтового или плиточного покрытия, и их состояние с трудом можно оценить, как удовлетворительное. Для обеспечения транспортировки древесного сырья в достаточно неблагоприятных условиях лесозаготовительные организации используют транспорт, приобретающий довольно узкую направленность, то есть он становится лесовозным.

Транспортировка, как этап, связанный с реализацией продукции, требует от поставщика предварительного технико-экономического обоснования, заинтересованного в оптимизации затрат. Это обоснование является ключом к выбору оптимального варианта перевозки лесного сырья.

Помимо этого, при выборе вида транспорта требуется учесть: грузоподъемность и мощность транспортных средств,

- скорость и время доставки;
- регулярность перевозок;
- сложность обслуживания и др.

Таким образом, перед каждой организацией возникают вопросы:

1) Достаточно ли собственного транспорта для функционирования транспортно-технологического процесса или есть необходимость использовать услуги (аренду транспорта) стороннего предприятия?

2) Какой вид транспорта наиболее эффективно обеспечивает логистический процесс?

Ответы на приведенные вопросы зависят от следующих факторов:

- Существует ли у предприятия собственный транспорт.
- Возможностью его эксплуатации (адаптируемость транспорта к внешним условиям транспортировки грузов, техническое состояние и т.д.).
- Удаленность предприятия от маршрутов общественного транспорта, наличие своих подъездных путей и т.п.

Таким образом, транспортно-технологический процесс поставок лесного сырья не учитывает многих видов и вариантов процесса, следовательно, их применение в современных условиях слабо эффективно, а создание новых и эффективных методов, невозможно без применения математического моделирования и программирования.

## Список литературы

1. Стратегия развития лесного комплекса РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project\\_les2030\\_20102017.pdf](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_les2030_20102017.pdf) (дата обращения 15.01.2020).

2. Управление дорогами с низкой интенсивностью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://os.x-pdf.ru/20politologiya/599111-1-svante-yohansson-kristofer-yohansson-fredrik-ekedal-politiki-dl.php> (дата обращения 15.01.2020).

**Топтунов Е.А., Татарский К.О.**

студент Высшей школы естественных наук и технологий,

[zhenya.toptunow2011@yandex.ru](mailto:zhenya.toptunow2011@yandex.ru)

руководитель проекта ООО «Макорус», [tatarskiy\\_ko@makorus.com](mailto:tatarskiy_ko@makorus.com)

Научный руководитель: Севастьянова Ю.В., канд. техн. наук, доцент, директор Инновационно-технологического центра «Современные технологии переработки биоресурсов Севера»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК НА ВЯЗКОСТЬ ПОЛУУПАРЕННОГО ЩЕЛОКА

**Актуальность.** Одним из основополагающих аспектов экономической целесообразности сульфатного способа производства волокнистых полуфабрикатов является возможность регенерации химикатов с получением тепла и электроэнергии. Процесс регенерации химикатов позволяет снизить потери щелочи и серы, и, следовательно, уменьшить расход свежих химикатов, используемых для восполнения их потерь. [1]

Выпарка черного щелока является одним из важнейших процессов в современном цикле регенерации химикатов. Основной целью выпаривания является увеличение концентрации сухих веществ в щелоке путем испарения воды до уровня, позволяющего производить сжигание щелока в СРК. Содержание сухих веществ оказывает существенное влияние на физические свойства черного щелока, наиболее значимыми из которых являются вязкость и плотность. При повышении концентрации сухих веществ в щелоке понижается скорость образования различных отложений на поверхностях аппарата, также увеличивается производительность по пару благодаря повышению рабочей теплотворности черного щелока. Однако стоит отметить, что при повышении концентрации сухих веществ увеличивается вязкость щелока, что оказывает негативное влияние на процесс его перекачки.

Известно, что вязкость черного щелока может быть понижена нагреванием его в условиях отсутствия кислорода, который расщепляет макро-

молекулы лигнина, находящегося в щелоке. Поскольку современные ВВУ выпаривают щелок до содержания сухих веществ 80–85 % требуется разрабатывать новые способы снижения вязкости черного щелока. Данная работа является актуальной, поскольку в ходе ее выполнения изучалась возможность понижения вязкости щелока с помощью различных добавок.

**Цель:** Сравнение влияния различных добавок на вязкость полуупаренного щелока.

**Задачи исследования:**

- оценить влияние добавок белого щелока, КОН и химически вспомогательных веществ (ХВВ) на вязкость черного щелока;
- определить и графически выразить зависимость вязкости черного щелока от температуры при использовании различных добавок.

**Объекты и методы исследования.** Вязкость черного щелока является функцией концентрации и температуры. Она зависит от породы древесины, способа варки, условий термической обработки, остаточной щелочности, уровня pH и т.д. Вязкость щелока возрастает с увеличением концентрации сухих веществ и снижается с увеличением температуры. Стоит отметить, что в пределах вязкости щелока 300...500 спз нет трудностей с перекачкой упаренного щелока. Эффективный путь снижения вязкости щелока – выдержка при температуре 180 °С в течение 30 мин, так как такие условия способствуют разрушению органических молекул [2].

Для исследований предоставлен образец щелока из бака полуупаренного щелока, отобранный на ВВУ одного из предприятий ЦБП. Для определения вязкости щелоков при различной температуре использовали установку, представленную на рис. 1. Для определения вязкости применяли вискозиметр типа ВПЖ-4 с диаметром капилляра 1 мм. [3]

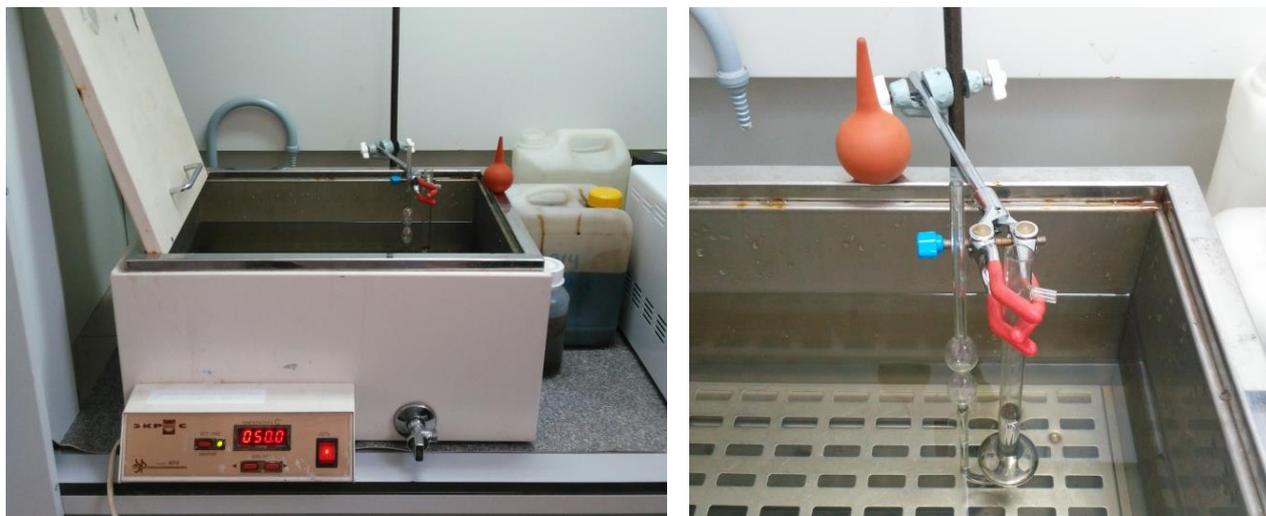


Рис. 1. Лабораторная установка для определения вязкости черного щелока при различной температуре

**Результаты исследований и их обсуждение.** На первом этапе исследования в качестве разжижающей добавки к черному щелоку использовали белый щелок, отобранный на производстве целлюлозы и водный раствор КОН (с концентрацией – 90 г/л).

С помощью вискозиметра определяли время истечения полуупаренного черного щелока при увеличении температуры. Полученные данные представлены в табл. 1. На основании опытных данных построены графики зависимости времени истечения при повышении температуры (рис. 2).

Следует отметить, что наименьшее время протекания черного щелока наблюдается при добавке КОН.

Таблица 1

Изменение вязкости черного щелока

ЧЩ, мл	БЩ, мл	$t^{\circ}, c$	$\tau_1, сек$	$\tau_2, сек$	$\tau_{cp}$
100	0	50	56,2	56,3	56,25
		60	45,0	44,9	44,95
		70	38,3	38,1	38,20
		80	33,0	33,1	33,05
100	5	50	53,2	53,0	53,10
		60	42,1	41,9	42,00
		70	35,7	35,2	35,45
		80	32,0	32,2	32,10
ЧЩ, мл	КОН*, мл	$t^{\circ}, c$	$\tau_1, сек$	$\tau_2, сек$	$\tau_{cp}$
100	5	50	48,0	48,5	48,25
		60	40,5	39,8	40,15
		70	34,9	34,4	34,65
		80	30,1	30,0	30,05

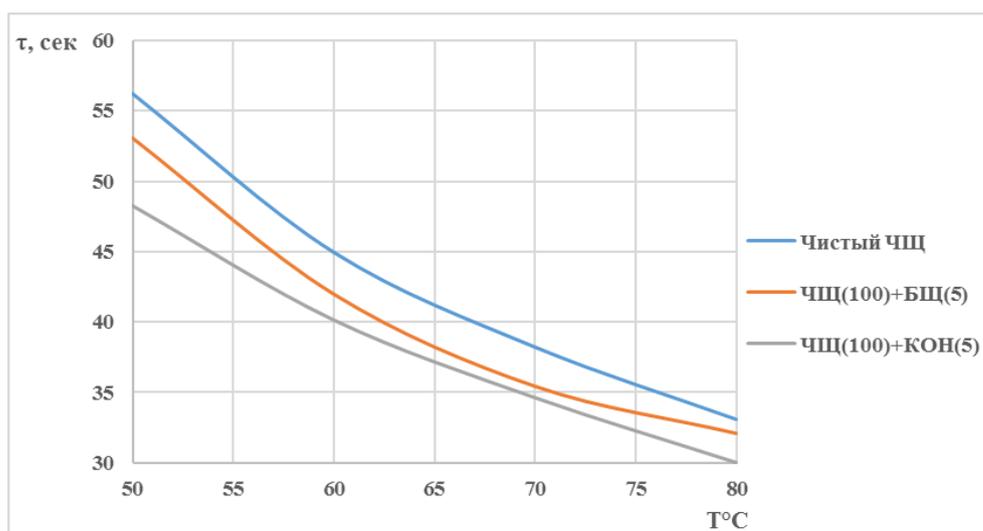


Рис. 2. Влияние добавок белого щелока и раствора КОН на время протекания полуупаренного черного щелока при увеличении температуры

На втором этапе исследования были использованы 3 образца химически вспомогательных веществ (ХВВ). Образцы ХВВ дозировались в количе-

стве 2 мл в 100 мл черного щелока. Результаты представлены в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2

Влияние добавок ХВВ на вязкость черного щелока при нагревании

ЧЩ, мл	ХВВ №1, мл	t°, с	$\tau_1$ , сек	$\tau_2$ , сек	$\tau_{cp}$
100	2	50	50,1	50,5	50,30
		60	42,0	41,5	41,75
		70	35,9	35,8	35,85
		80	31,8	31,8	31,80
ЧЩ, мл	ХВВ №2, мл	t°, с	$\tau_1$ , сек	$\tau_2$ , сек	$\tau_{cp}$
100	2	50	52,3	52,6	52,45
		60	42,1	42,4	42,25
		70	36,7	36,3	36,50
		80	32,2	32,0	32,10
ЧЩ, мл	ХВВ №3, мл	t°, с	$\tau_1$ , сек	$\tau_2$ , сек	$\tau_{cp}$
100	2	50	51,8	51,2	51,50
		60	43,2	43,0	43,10
		70	36,1	36,6	36,35
		80	31,9	31,5	31,70

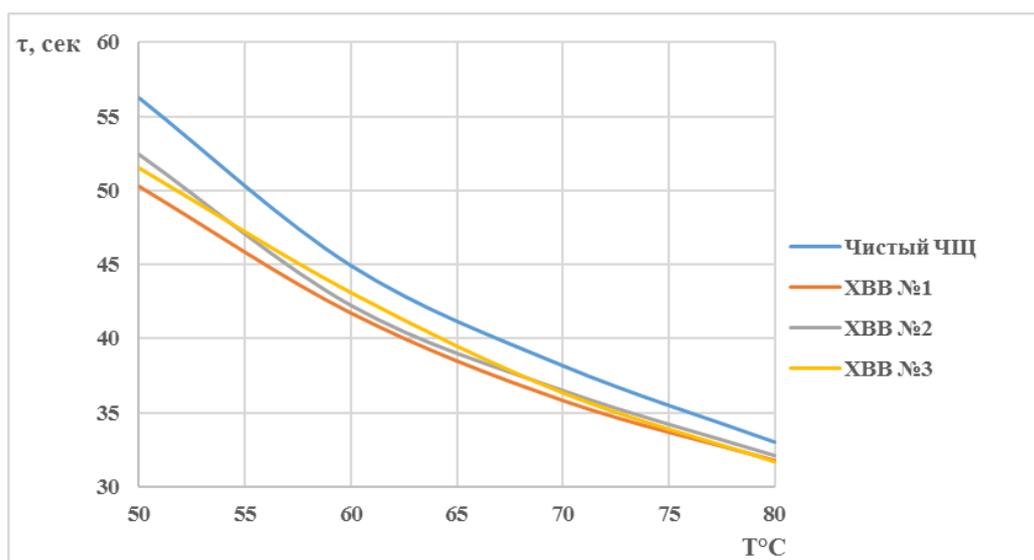


Рис. 3. Влияние добавок ХВВ на время протекания полуупаренного черного щелока при увеличении температуры

**Заключение.** На основании проведенных исследований был сделан вывод об изменении скорости истечения черного щелока с использованием разных добавок при повышении температуры. Было определено, что наименьшее время истечения наблюдается при введении добавки: в первом случае КОН, во втором случае изменение отличается при начальной температуре, но к конечной температуре значительно сближается. Наименьшее время истечения (30,05 с.) получено при введении добавки КОН.

Поскольку, влияние различных аспектов на вязкость черного щелока является недостаточно изученным, затруднительно определить каким

именно образом введение различных добавок ее снижает. Однако, можно предположить, что такой эффект достигается повышением уровня pH и образованием полианионов, заряд которых способствует отталкиванию частиц друг от друга, что приводит к понижению вязкости раствора. В дальнейших работах планируется подробное изучение данного вопроса.

### Список литературы

1. Регенерация химикатов в производстве сульфатной целлюлозы (каустизация и регенерация извести): учеб. пособие / Л.А. Миловидова, Ю.В. Севастьянова, Г.В. Комарова, В.К. Дубовый. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. 157 с
2. Homlund, K. Parviainen, K. Evaporation of black liquor, Chemical Pulping, Papermaking Science and Technology, Book 6B, Gullichsen, J., Fogelholm, C. (Ed.), Fapet Oy, Helsinki, 1999. P. 37-65
3. ГОСТ 10028-81 Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)
4. Григорай О.Б., Иванов Ю.С., Комиссаренков А.А., Смолин А.С. Переработка черных щелоков сульфатного производства: учебное пособие/ СПбГТУРП. – СПб., 2012. 106 с.
5. Богомолов Б.Д. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков. М: Лесная промышленность, 1989. 340 с.

### Тургунов К.Б.

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа [godirjon.1996@mail.ru](mailto:godirjon.1996@mail.ru)

Научный руководитель: Тиранов П.П., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры бурения скважины, разработки нефтяных и газовых месторождений

## НОВЫЕ КЕРНООТБОРОЧНЫЕ СНАРЯДЫ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИ ОТБОРЕ КЕРНА

Целью данной работы является рассмотрение новых керноотборочных снарядов, выявление их преимуществ по отношению к существующим.

Отечественной промышленностью изготавливаются следующие серии керноотборных устройств различной конструкции и назначения:

- серия «Недра» – для неосложненных условий бурения скважин;
- серия «Кембрий» – для условий бурения в рыхлых слабоцементированных и трещиноватых горных породах;
- серия «Силур» – для бурения в осложненных осыпями и обвалами условиях;

- серия «Тенгиз» – для бурения в условиях, осложненных нефтегазопроявлениями и поглощениями промывочной жидкости в породах с высокими коллекторскими свойствами;

- серия «Риф» – для отбора керна из отложений рыхлых, сыпучих, сильно трещиноватых, в том числе рифогенных горных пород с высокими коллекторскими свойствами;

- серия «МАГ» – для отбора керна в интервалах залегания твердых консолидированных и абразивных горных пород, в том числе из пород кристаллического фундамента.

Общий вид керноотборных устройств большинства серий однотипен (рис. 1). Корпус 3 и керноприемник 4 изготовлены из легированных стальных труб. Керноприемник вверху подвешен на регулировочной головке 1 и оснащен узлом подшипников 2, предотвращающим его вращение, а внизу оснащен кернорвателями различной конструкции (цанговые и лепестковые в различном сочетании).

Керноприемные устройства выпускаются как в односекционном, так и в двух-, трех- и четырехсекционном исполнении. Все керноприемные устройства, в зависимости от диаметра применяемой бурильной головки, могут комплектоваться по желанию заказчика центраторами.

Назначением керноотборочных снарядов является выполнение мероприятий отбора керна с забойным силовым агрегатом гидравлического типа или роторами при работе с горными породами от I до III категории уровня сложности отбора. Процесс предполагает использование бурильных головок с PDC-резцами, термостойкими TSP-резцами поликристаллического типа, а также импрегнированными алмазами. Допускается применение в работе их сочетания. Ключевые особенности новых керноотборочных снарядов представлено увеличенным диаметром корпуса и усиленными резьбовыми элементами, благодаря чему существенно повышаются показатели ресурса, а также обеспечивается максимальная продолжительность безаварийной работы керноотборочного снаряда. Кроме прочего, коническая резьба новой керноприёмной трубы способствует значительному ускорению процессов сбора и разбора снарядов.

К неоспоримым преимуществам применения новых керноотборочных снарядов при отборе керна можно отнести конструктивную универсальность подвески керноприёмных труб. Такой вариант позволяет максимально оперативно регулировать уровень зазора, располагающегося

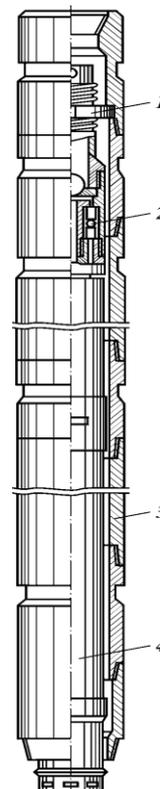


Рис. 1. Общий вид керноотборного устройства серии К

между бурильной головкой и башмачной частью кернорвателей. В случае необходимости, в течение четверти часа есть возможность произвести замену упорного подшипника типичного ряда тяжёлой серии в буровых условиях. Для цанговых кернорвателей характерно наличие требуемых упругих свойств, обусловленных специальной технологией термической обработки. Внутренняя толщина диаметра данного устройства дополняет наплавка карбида вольфрама с высокими показателями шероховатости, что обеспечивает максимально возможные показатели надёжности захвата керна в условиях отрыва от забоя и при подъёме на поверхность. Определённое удобство эксплуатации гарантировано несколькими вариантами исполнения рычажкового кернорвателя, поэтому облегчается подбор площади перекрытия сечения керноприёмных труб в соответствии с типовыми особенностями отбираемых горных пород с целью надёжности удерживания керна в процессе подъёма [3].

Установка спиральных центраторов на снаряде отвечает за понижение вибрационных и осевых колебаний, что гарантирует повышение показателей выноса керна при осуществлении работы с трещиноватыми, кавернозными и перемятыми породами. Следует отметить, что эффективное развитие керноотборочного направления невозможно представить без выполнения мероприятий, способствующих повышению выноса керна и такого показателя, как механическая скорость всех буровых работ в условиях отбора керна. Немаловажное значение в современных реалиях придаётся также увеличению рейсовых проходок и представительности керна. В настоящее время все новые керноотборочные снаряды производятся из высококачественных и самых современных трубных заготовок, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями, в обязательном порядке проходят максимально строгий контроль на соответствие качеству изготовления. Именно благодаря конструктивным особенностям, а точнее их гарантированной универсальности, у пользователей появилась возможность использовать на буровых один снаряд с целью отбора не только неизолированного, но и изолированного керна. Такие характеристики обусловлены применением керноприёмных труб из стеклопластика и изолирующей жидкости [5].

Высококачественные керноотборные снаряды укомплектованы специальным вспомогательным инструментом и запчастями, которые требуются для осуществления работ, направленных не только на эффективную сборку и разборку, но и выполнение настройки на буровой. Для бурения с процессом отбора керна производятся керноотборочные снаряды разных видов со стандартным диаметром в пределах 10–24 см при диаметре отбираемого керна на уровне 5,2–10,1 см. При этом учитываются неосложнённые условия бурения, работа в условиях горных пород трещиноватого и рыхлого слабосцементированного типа. Выпускаются новые серии, пред-

назначенные для буровых работ на участках, представленных осложнёнными осыпями с обвалом, а также нефтегазовыми проявлениями и поглощением промывочной жидкости, с породами, имеющими повышенные коллекторские свойства. К числу наиболее важных параметров выбора серии и шифра снарядов, требующих внимания, относятся диаметр керна и скважины, длина устройства и керноприемного элемента, тип соединительной резьбы и количество секций, а также вид резьбы под буровую головку [2].

Новые керноотборочные снаряды обладают целым рядом неоспоримых преимуществ, которые очевидны даже на фоне выпускаемых в настоящее время зарубежных аналогов.

Компания Halliburton является лидером в нефтяной отрасли по эффективному отбору керна. Недавно она представила свой новейший боковой керноотборник Xaminer™ Coring tool. Новый боковой керноотборник обеспечивает отбор более крупных и качественных проб. Этот универсальный надежный керноотборник представляет собой новый подход к отбору множественных боковых проб керна. Его эффективная конструкция обеспечивает сочетание высокой скорости вращения долота, крутящего момента и продвижения долота для достижения наилучших параметров бурения.

Инструмент обеспечивает неповрежденные пробы керна, отбор которых легко выполняется за один рейс, для целого набора испытаний и анализов. Пробы керна имеют диаметр 1,5 дюйма и длину 2,4 дюйма, что более чем в три раза превышает размеры проб, отбираемых с помощью других боковых керноотборников.

Кроме этого компания Halliburton разработала несколько систем по отбору керна. Такие как, CoreVault® и RockStrong™.

В системе CoreVault® пробы породы хранятся в герметичном контейнере, поэтому 100 % жидкости, содержащейся в пробе керна, будут сохранены для анализа. Встроенная в хорошо зарекомендовавший себя грунтонос Xaminer™, система CoreVault® может отбирать до десяти проб в герметичный контейнер за один спускоподъем. Контейнер предотвращает вытекание пластовых флюидов при извлечении и транспортировке керна. Новая система CoreVault герметизирует пробы в герметичных контейнерах до подъема их на поверхность. Это удерживает флюиды на месте и позволяет производить точные измерения вместо оценок, в результате которых получается более точная информация для принятия решений о коллекторе.

Система для отбора керна RockStrong™ спроектирована специально для условий высоких пластовых давлений и температур, а также для твердых и абразивных пород, и включает лучшую в своем классе технологию производства бурильных головок, конструкцию керноотборного снаряда, предотвращающую заклинивание керна и специально спроектированную систему снижения влияния вибрационных нагрузок.

В систему RockStrong™ входит уникальный узел вертлюговой подвески, который делает ее самым прочным инструментом для отбора керна из представленных на рынке. На сегодняшний день это единственная система, спроектированная специально для исключительно сложных скважинных условий. Она проверена на практике и обеспечивает высокое качество отбора керна даже в самых неблагоприятных условиях. Конструкция данной системы позволяет проводить отбор керна в сверхглубоководных скважинах и при высоких уровнях вибрации, которые встречаются в пластах с интенсивным переслаиванием пород.

Таким образом, можно сделать вывод, к настоящему времени достигнуты большие успехи в области разработки высокоэффективных керноотборочных снарядов, позволяющих отбирать керн высокого качества даже в сложных геологических условиях.

### Список литературы

1. Абатуров В.Г. Физико-механические свойства горных пород и породоразрушающий буровой инструмент. Учебное пособие для вузов. – Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2007. – 238с.
2. Бергиштейн О.Ю. и др. Совершенствование методов и средств отбора керна в глубоком бурении. – М.: Недра, 1977.
3. Оздоев И.К., Варлаков А.С. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТБОРА КЕРНА // Студенческий: электрон. научн. журн. 2019. № 6(50). URL: <https://sibac.info/journal/student/50/132727> (дата обращения: 10.03.2020).
4. Отбор керна из стенок скважины /Молчанов А.А., Мавлютов М.Р., Филиди Г.Н., Малинин В.Ф. – М: Недра. – 125с, 1984.
5. Справочник по бурению геологоразведочных скважин.– СПб.: ООО "Недра", 2000. – 712с.

**Угланов К.Д.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [uglanov.kirill.r@gmail.com](mailto:uglanov.kirill.r@gmail.com)

Научный руководитель: Тиранов П.П., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВОДКИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

История наклонно-направленного бурения насчитывает на настоящий момент более 120 лет. Впервые наклонно-направленное бурение стали применять в начале двадцатого века в США для минимизации последствий аварий с оставлением в стволе различного бурового инструмента. В таких

случаях, чтобы не тратить лишние средства на строительство новой скважины с нуля, буровики стали забуривать боковые стволы непосредственно над местом обрыва или от башмака предыдущий обсадной колонны [1].

Для этого, на основе эмпирических данных, были разработаны специальные роторные маятниковые компоновки низа бурильной колонны (КНБК), которые позволяли управлять зенитным углом скважины – углом между осью скважины и вертикалью.

Можно выделить три такие типичные компоновки:

1. Компоновка для увеличения зенитного угла
2. Компоновка для уменьшения зенитного угла
3. «Жёсткая» компоновка для стабилизации зенитного угла

При этом об ориентации азимута – угла между направлением на север и проекцией оси скважины на горизонтальную плоскость – речи не шло – наклонное бурение было неуправляемым [1].

На ранних этапах, в начале и середине XX в., направленное бурение по заданному азимуту велось роторной компоновкой, с применением маятниковой КНБК, двумя путями: ориентированным спуском клина-отклонителя либо ориентированным спуском долота с гидромониторными насадками. Общий принцип отхода от вертикали показан на рис. 1 [1].

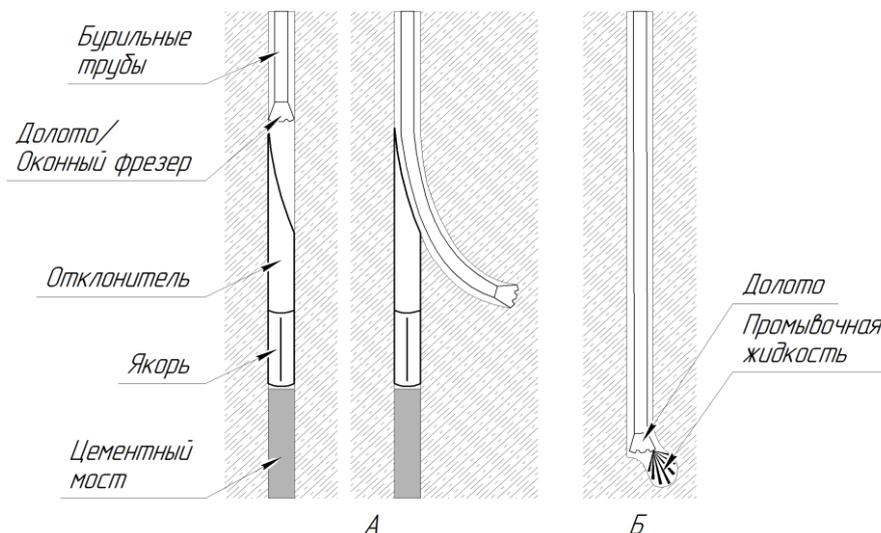


Рис. 1. Способы направленного бурения при ориентированном спуске компоновки низа бурильной колонны

Способ с применением клина-отклонителя был трудоемким и долгим процессом преимущественно из-за необходимости в нескольких полных циклах спускоподъёмных операций. Создание цементного моста, спуск клина, фрезерование обсадной колонны, если необходимо, и бурение с многочисленными проработками ствола скважины значительно увеличивало время работы буровой бригады.

Гидромониторный способ был несколько быстрее, так как отсутствовала необходимость как минимум в одном полном подъёме компо-

новки, но он был весьма ограничен свойствами породы – она должна была быть мягкой, слабосцементированной. Вместе с тем полностью исключалась возможность бурения из обсаженного ствола, возрастала вероятность аварий из-за того, что намыв технического кармана должен был происходить с минимальным вращением компоновки, возрастала требуемая мощность буровой установки, так как для создания гидромониторного эффекта необходимы были более мощные буровые насосы.

При этом дальнейшее изменение азимута в процессе непосредственно бурения было непредсказуемым – компоновка могла отклоняться от заданного направления по естественным геологическим и технологическим причинам. Последующие корректировки и смены азимута ориентированным спуском КНБК могли увеличивать продолжительность и стоимость бурения в несколько раз.

Гидромониторный способ из-за описанных минусов не нашёл широкого применения в промышленности, в отличие от способа с применением клина-отклонителя, который применяется до сих пор при бурении боковых стволов из обсаженной колонны. Применять его и сегодня позволило совершенствование технологии измерения зенитного и азимутального угла без дополнительных спускоподъёмных операций, а также разработка комбинированных устройств, позволяющих спускать клин-отклонитель и фрезеровать окно в обсадной колонне за один рейс без создания цементного моста.

Сам по себе ориентированный спуск КНБК в эти годы был долгим и трудоёмким процессом из-за необходимости подготовки (разметки) каждой бурильной трубы. Так же большое количество времени затрачивалось на контроль за траекторией скважины, ведь измерения азимута и зенитного угла велись в это время обычными геофизическими средствами, спускаемыми в скважину на каротажном кабеле. Каждый замер параметров инклинометром останавливал бурение, что удорожало строительство скважины. В добавок к этому необходимо отметить, что приборы, спускаемые на каротажном кабеле, не позволяют проводить измерения в скважинах с отклонением от вертикали более 30–40° [1].

В сороковые года двадцатого века изобретение турбобура и его промышленное использование открыло новые перспективы для наклонно-направленного бурения. Турбобур – это гидравлический забойный двигатель (ГЗД), вал которого соединён с породоразрушающим инструментом непосредственно в скважине. Крутящий момент на валу создаётся за счёт преобразования гидравлической энергии потока промывочной жидкости в механическую путём прохождения жидкости через многоступенчатую турбину осевого типа [2].

Забойный двигатель устроен так, что вращается только та часть КНБК, которая находится под двигателем, то есть долото. И не вращается

часть, которая находится над двигателем, то есть бурильные трубы, УБТ и остальные элементы компоновки. В сочетании с кривым переводником это открывало новые возможности в бурении наклонно-направленных скважин. Кривой переводник устанавливался над забойным двигателем (рис. 2) и отклонял ГЗД с долотом в сторону от прямолинейной оси скважины. При работе ГЗД вращается только долото, причём под углом к оси скважины, что обеспечивает уход с прямолинейного направления и изменение траектории скважины.

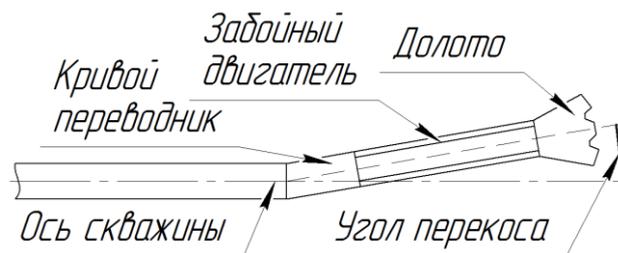


Рис. 2. Применение кривого переводника с забойным двигателем

Повсеместное применение турбобуров позволило существенно сократить время проводки наклонно-направленных скважин, в том числе за счёт сокращения циклов спускоподъёмных операций, а также снизить количество аварий, связанных с изнашиванием бурильных труб, но самое главное – добиться более точной управляемости траекторией скважины. С этого момента изменить направление бурения можно было всего лишь поворотом компоновки с устья скважины [2].

В середине 60-х годов в США и СССР начались работы по созданию нового типа гидравлического забойного двигателя – винтового. Винтовой забойный двигатель (ВЗД) состоит из неподвижного статора, который имеет эластичную обкладку с внутренней винтовой поверхностью, и ведущего стального ротора, выполненного в виде винта. Так как турбобур был высокооборотным двигателем, ВЗД стал служить средством для привода низкооборотных долот [2].

Так же во второй половине двадцатого века началась работа над созданием технологии инклинометрических измерений в процессе бурения, которая позволяла производить замеры текущего зенитного угла, азимутального угла и угла поворота кривого переводника непосредственно в процессе проводки скважины и передавать их на устье. Суть технологии заключается в следующем: в скважину в составе КНБК спускается прибор, который по находящимся внутри гравиметрам, магнитометрам и гироскопам регистрирует текущие данные положения прибора, передавая их на поверхность по гидравлическому или электромагнитному каналу. В конце 70-х – начале 80-х годов эта технология стала применяться массово. Примерно в это же время кривой переводник заменили забойные двигатели со

встроенным изменяемым углом перекоса до  $2^\circ$ , который мог настраиваться на поверхности перед спуском в скважину. [2]

Использование забойного двигателя в сочетании с технологией измерения в процессе бурения позволило существенно улучшить и ускорить процесс наклонно-направленного бурения. Теперь ориентирование направления проводки скважины не требовало ни подъёма компоновки, ни спуска каротажного прибора, что существенно ускоряло процесс бурения. Стало доступно оперативное изменение траектории бурения без полного подъёма компоновки и проведения дополнительных замеров, что позволило строить скважины практически любых траекторий.

Само производство работ по проводке скважины заключается в ведении бурения в двух режимах: ротором, при этом вращается вся бурильная колонна, в том числе и ГЗД, траектория скважины стабилизируется, и забойным двигателем, при этом вращается только долото, траектория скважины искривляется. Поочередно применяя два данных режима можно было добиться проводки траектории скважины в желаемом направлении.

С середины 90-х годов начали развиваться роторные управляемые системы (РУС), которые позволяют управлять направлением скважины во время роторного бурения без периодов работы забойного двигателя. При использовании РУС отклоняющее усилие на долоте создаётся в процессе вращения всей бурильной колонны, а управление отклоняющим блоком происходит с поверхности. Принципиально РУС разделяются на два типа по исполнению отклоняющего блока (рис. 3) [3]:

1. «Push-the-bit» – ориентация компоновки производится отклонением долота за счёт придания радиальной силы выдвижными отклоняющими лопатками

2. «Point-the-bit» – ориентация выполняется путём отклонения, находящегося внутри системы, вала с долотом

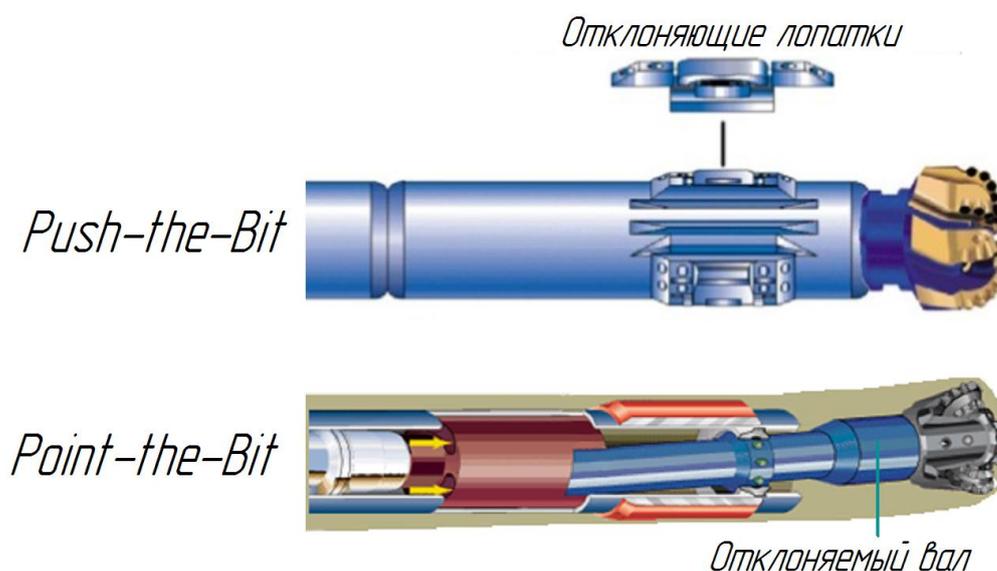


Рис. 3. Принцип действия роторной управляемой системы

Опыт использования РУС показывает, что, по сравнению с роторно-турбинным способом, обеспечивается более плавный профиль скважины, достигается лучшая управляемость долотом, стенки скважины становятся более гладкие, что улучшает процесс цементирования, повышается скорость бурения за счёт снижения сил трения и лучшей очистки забоя от шлама, уменьшается вероятность прихватов, повышается интенсивность набора параметров кривизны. Благодаря РУС стало возможным бурить скважины с протяжённостью горизонтального участка более 10 км [3].

На сегодняшний день приоритетными направлениями для совершенствования технологии проводки наклонно-направленных скважин являются:

1. Оптимизация траектории скважины. Экономия средств достигается снижением металлоёмкости конструкции.

2. Минимизация осложнений. При бурении скважин с большим отходом от вертикали и протяжённым горизонтальным участком с использованием забойных двигателей возникают осложнения, обусловленные трением бурильной колонны о стенки скважины. На помощь могут прийти скважинные осцилляторы – приборы в составе КНБК, которые генерируют колебания бурильной колонны малой амплитуды.

3. Совершенствование отказоустойчивости и надёжности забойных двигателей и роторных управляемых систем для проводки секции за один рейс.

4. Совершенствование существующих технологий каротажа во время бурения. Увеличение дальности и точности каротажа во время бурения, который позволяет фактически в режиме реального времени корректировать траекторию скважины для точного прохождения скважины по продуктивному горизонту.

5. Увеличение интенсивности набора параметров кривизны. Увеличенная интенсивность искривления позволяет уменьшить радиус искривления скважины, что в свою очередь позволяет увеличить протяжённость горизонтального участка, проходящего по продуктивному пласту.

### Список литературы

1. Лисичкин, Степан Максимович. Очерки по истории развития отечественной нефтяной промышленности: Дореволюционный период. – Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1954. – 404 с.

2. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели: Справочное пособие. – М.: ОАО «Издательство "Недра"», 1999. – 375 с.

3. Ежов, И.В. Бурение наклонно направленных и горизонтальных скважин. Учебное пособие / И.В. Ежов. – М.: Феникс, 2017. – 420 с.

**Усачев И.Л.**

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, [usa4ev.ivan@yandex.ru](mailto:usa4ev.ivan@yandex.ru)

Научный руководитель: Гальцов И.А, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии металлов и машиностроения

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ДУПЛЕКСНОЙ СТАЛИ

Рассмотрены основные особенности сварки коррозионно-стойкой дуплексной стали марки 1.4462. Обозначены области применения стали, механические характеристики, химический состав. Приведены особенности образования структур и фаз, влияющих на качество сварного соединения. Раскрыты основные дефекты возникающие в процессе сварки и пути их минимизации.

*Ключевые слова:* сварка, аустенит, феррит, дуплекс, фаза, структура, твердость, температура, никель, трещина.

Дуплексная сталь – это коррозионно-стойкая сталь, имеющая мелкозернистую смешанную микроструктуру феррита и аустенита, содержащая около 26 % Cr и 6,5 % Ni. Коррозионная стойкость нержавеющей дуплексных сталей – аналогична аустенитным нержавеющей сталям. При этом содержание Ni в 2 раза меньше, чем в коррозионностойких сталях (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав сталей: 08X18H10T и 1.4462

Марка стали	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti	N	Mo
08X18H10T	До 0,08	До 0,8	До 2,0	Не более 0,02	не более 0,035	17–19	9–11	0,5–0,7	-	-
1.4462 (Duplex)	До 0,03	До 1	До 2	Не более 0,015	Не более 0,035	21÷ 23	4,5÷6,5	-	0,1÷ 0,22	2,5÷3,5

Основная функция никеля в дуплексных сталях – обеспечение таких свойств, как обрабатываемость и свариваемость. Никель не образует в сталях карбидов. В сталях он является элементом, способствующим образованию и сохранению аустенита. Никель повышает упрочняемость сталей. Для дуплексных сталей, содержащих от 18 % хрома, необходимо иметь 8–9 % никеля.

Молибден, входящий в состав дуплексных сталей – повышает сопротивление к общей и местной коррозии. Добавки молибдена способствуют измельчению зерна сталей, повышают упрочняемость сталей термической обработкой, увеличивают усталостную прочность сталей.

Углерод повышает прочность стали. Однако углерод формирует карбиды хрома, ухудшающую коррозионную стойкость металла.

Дуплексные нержавеющие стали обладают более высокой прочностью и пределом текучести при растяжении и лучше противостоят трещинообразованию от коррозии под напряжением, чем их аустенитные аналоги. Диапазон предела текучести при 0,2 % будет составлять от 400 до 450 МПа, что больше на 150–200 МПа показателя, который имеют аустенитные или ферритные сплавы. Это и приводит к возможности уменьшения толщины изделия, без потери прочности. Уменьшение толщины дает возможность снижения конечной массы (табл. 2).

Таблица 2

Механические свойства дуплексной стали 1.4462

Марка стали	$R_{p0,2}$ , ( $\sigma_T$ ), МПа Предел текучести	$R_m$ , ( $\sigma_B$ ), МПа Временное сопротивление	$A_5$ ( $\psi$ ) % относит. удлинение	<b>НВ</b> Твёрдость	<b>KV</b> , Дж, +20 Работа удара
1.4462 (Duplex)	460-510	640-750	25	250	60
08X18H10T	235-350	430-480	35	240	49

Дуплексная сталь является отличной альтернативой обычных коррозионностойких сталей. Она нашла свое применение в таких отраслях:

1. Машиностроение;
2. Нефтегазовая промышленность;
3. Химическая промышленность;
4. Судостроение.

Но при сборке и сварке металлоконструкций из стали 1.4462 возникает 475-градусная хрупкость, образование  $\sigma$  фазы, образование холодных трещин, регулирование феррита.

Основные трудности сварки дуплексных сталей являются:

- 1) 475-градусная хрупкость

Появляется у хромоникелевых сталей имеющих в структуре свыше 15–20 % ферритной фазы. Причем чем больше феррита содержится в стали, больше продолжительность и выше температура нагрева в интервале 350–530 °С, тем больше охрупчивание, т. е. интенсивнее снижается ударная вязкость и значительно повышается твердость [1].

Медленное охлаждение изделия в указанном интервале температур также оказывает подобное действие.

- 2) Образование  $\sigma$  фазы;

Выделения феррита в шве не должны образовывать сплошной сетки, ибо ферритный каркас может оказать вредное влияние на требуемые свойства металла. Феррит как более хрупкая фаза, находясь в виде каркаса, может повлиять на хладостойкость стали, он может снизить пластичность [1]. Феррит в большей мере, чем аустенит, склонен к выделению  $\sigma$  фазы (интервал образования 600–800 °С), снижающей пластичность и вязкость.

Поэтому присутствие более 50 % феррита в швах дуплексной стали нежелательно [2].

Из-за присутствия  $\sigma$ -фазы резко снижается длительная прочность, так как большие количества элементов упрочнителей выводятся из матрицы сплава. Кроме того, разрушение при повышенных температурах происходит предпочтительно вдоль границ  $\sigma$ -фазы, которые служат источниками зарождения и распространения трещин, ведущих к хрупкому разрушению. Кроме  $\sigma$ -фазы, в дуплексных сталях обнаружено много других подобных сложных фаз [1]. Во всех случаях присутствие их в структуре вредно сказывается на свойствах стали, поэтому при исследовании новых сплавов проводят специальные исследования, чтобы исключить возможность их образования в процессе производства и эксплуатации.

### 3) Образование холодных трещин

Причины появления трещин могут быть разными. При сварке аустенитных сталей одна из причин – отсутствие при охлаждении после сварки фазовой перекристаллизации и сохранение первичных аустенитных зерен во всем интервале температур, начиная от кристаллизации до полного охлаждения.

В сварных соединениях дуплексных сталей при определенных условиях могут образовываться и холодные трещины. Такие трещины могут образовываться в двух температурных зонах – при 500–700 °С и после полного охлаждения. Теплые трещины, образующиеся при 500–700 °С, связаны с фазовыми изменениями, приводящими к повышению хрупкости и понижению пластичности металла [1].

Холодные трещины в отличие от горячих могут быть как транскристаллитными так и межкристаллитными [1].

Образование холодных трещин связано с фазовыми изменениями, имеющими место при охлаждении после сварки зоны сварного соединения, высокими остаточными напряжениями. С фазовыми изменениями также связаны различные свойства сварного соединения [2].

### 4) Регулирование феррита

Если содержание феррита в дуплексной стали слишком мало, то в этом случае сварные швы подвержены разрушению при нагревании, если содержание феррита слишком велико, то сварные швы теряют свою механическую и коррозионную стойкость.

Для дуплексных сталей недостаток феррита в области сварного шва является индикатором его предрасположенности к разрушению под воздействием механических напряжений или вибрации – содержанию феррита уделяется особенное внимание при оценке качества сварочной технологии [2].

Большее количество феррита может привести к значительному высокотемпературному охрупчиванию швов ввиду их сигматизации [2].

Для минимизации дефектов, при сварке, необходимо использование особенности технологии. Для восстановления аустенитных свойств свариваемого металла шва и околошовной зоны применяют закалку (аустенизацию). После закалки в воде или на воздухе от температуры 1000–1050 °С аустенитная сталь становится невосприимчивой к межкристаллитной коррозии. При нагреве металла до таких температур карбиды хрома растворяются в аустените и при последующем быстром охлаждении фиксируются в нем, а содержание хрома по телу зерна выравнивается [1].

Повысить сопротивляемость образованию трещин можно путем уменьшением скорости сварки и применения специальных технологических приемов: электромагнитного перемешивания металла сварочной ванны, введения дополнительных стоков теплоты, искусственного охлаждения или подачи в сварочную ванну токонепроводящей присадочной проволоки.

При выборе режима сварки необходимо уделить основное внимание форме изотерм кристаллизации, стремясь получить более круглую форму хвостовой части сварочной ванны.

Для регулировки феррита можно использовать неокислительные низкокремнистые, высокоосновные флюсы (фторидные) и покрытия электродов (фтористокальциевые). Сварка короткой дугой и предупреждение подсоса воздуха служит этой же цели.

Применение инертных газов существенно повышает стабильность дуги. Значительное различие теплофизических свойств защитных газов и применение их смесей, изменяя тепловую эффективность дуги и условия ввода теплоты в свариваемые кромки, значительно расширяют технологические возможности дуги. При сварке в инертных газах наблюдается минимальный угар легирующих элементов, что важно при сварке высоколегированных сталей.

При сварке в защитных газах возможности изменения химического состава металла шва более ограничены по сравнению с другими способами сварки и возможны за счет изменения состава сварочной (присадочной) проволоки или изменения доли участия основного металла в образовании металла шва (режим сварки), когда составы основного и электродного металлов значительно различаются.

Азот – сильный аустенитизатор, способствует измельчению структуры за счет увеличения центров кристаллизации в виде тугоплавких нитридов. Поэтому азотизация металла шва способствует повышению их стойкости против горячих трещин.

### **Вывод:**

1. Дуплексная сталь является заменителем коррозионностойких сталей. Обладая теми же свойствами, но превосходя по механическим свой-

ствам. Из-за меньшего содержания никеля является более экономичной, что является важным фактором ресурсосбережения в машиностроении.

2. На образование сварного соединения тратится только четверть от общей теплоты дуги, а большая его часть расходуется на перегрев сварочной ванны, превышения ферритной фазы, его деформацию, диффузию химических элементов, что приводит к ухудшению свойств сварного соединения дуплексной стали.

3. Основными направлениями повышения качества сварных соединений дуплексной стали является применение электромагнитного перемешивания металла сварочной ванны, введение дополнительных стоков теплоты, искусственного охлаждения или подачи в сварочную ванну токонепроводящей присадочной проволоки.

### Список литературы

1. Электродуговая сварка плакированной стали с комплексным воздействием на металл сварочной ванны Гальцов И.А., Каленская А.В., Гедрович А. И., Сороканич С.В.; Монография, 140с.
2. Каховский Н. И. Сварка нержавеющей сталей. «Техніка», 1968, 312 стр.

**Ушакова Е.А.**

студент Высшей инженерной школы, [katia.ushakova2012@yandex.ru](mailto:katia.ushakova2012@yandex.ru)

Научный руководитель: Никитина Т.А., старший преподаватель кафедры инженерных конструкций, архитектуры и графики

### СОВЕТСКИЕ КИНОТЕАТРЫ АРХАНГЕЛЬСКА. ИСТОРИЯ ИХ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В городах активно строятся торговые центры, которые готовы предоставить все больше и больше услуг, в том числе кино. Такие мультиплексы, несомненно, имеют множество преимуществ, но в современных условиях рынка старые советские кинотеатры не выдерживают конкуренции и закрываются.

В Архангельске есть кинотеатры, которые в свое время были центрами культуры районов города: «Север», «Революция», «Русь», «Луч» и «Мир». У каждого из них своя собственная история.

«Север» («Эдиссон») является старейшим кинотеатром города Архангельск. «Север» располагался в здании электростанции, которую со временем реконструировали и приспособили под кинотеатр. За всю историю в здании проводились как капитальные ремонты, так и реконструкции, в

результате которых изменялись планировка, интерьер, а также было полностью утрачено первоначальное оформление фасада. В 1996 году здание было передано Государственному музейному объединению «Художественная культура «Русского Севера». Сегодня «Север» является памятником архитектуры регионального значения, однако здание находится в аварийном состоянии[1]. Предполагается, что объект восстановят и в нем откроется музейно-образовательный и информационный центр (рис. 1).



Рис. 1. Кинотеатр «Север» (историческое фото и современное состояние)

Первым в районе Соломбала был открыт кинотеатр «Вулкан». Его разместили в арендованном в 1914 году соломбальским купцом доме. После реконструкции в здании появилось просторное фойе и киоск, а название сменилось на «Революция» (рис. 2). В ноябре 1933 года «Революция» была оборудована звуковой киноустановкой, а до этого все фильмы сопровождались музыкальным оформлением. Перед киносеансами выступали «лучшие архангельские и столичные артисты». Кинотеатр в то время был любимым местом отдыха молодежи и рабочих соломбальских предприятий [1].



Рис. 2. Кинотеатр «Революция»

Кинотеатр «Русь» является самым большим кинотеатром в Архангельске, его возраст чуть более 40 лет. Здание смогло модернизироваться и подстроиться под требования общества, со временем увеличилось количество зрительных залов и было установлено современное оборудование[1]. В результате этого, кинотеатр существует со сих пор (рис. 3).



*Рис. 3. Кинотеатр «Русь» (историческое фото)*

Еще один представитель – здание кинотеатра «Луч». В современных условиях оно сменило свою функцию – это теперь молодежный культурный центр «Луч», который организует и осуществляет культурно-досуговую и культурно-просветительскую деятельность населения округа Майская Горка (рис. 4) [2].



*Рис. 4. Молодёжный культурный центр «Луч»*

Летом 2019 года был снесен кинотеатр «Искра». Построенный в 1967 году, он был любимым местом отдыха архангелогородцев. В свое время у кинотеатра были преимущества перед другими кинотеатрами, но

к 2016 году он морально устарел и не смог выдержать конкуренции[1]. На месте «Искры» предполагается размещение жилого комплекса (рис. 5).



Рис. 5. Кинотеатр «Искра» (фото 60-х гг. XX века и фото 2019 г.)

Ярким представителем советского кинотеатра является кинотеатр «Мир» [1]. Он был построен в 1956 году, в стиле сталинского классицизма. В «Мире» проходили кинопоказы и танцевальные вечера. После закрытия кинозалов здание было отдано под рынок, но такой вид эксплуатации наносил большой урон. С 2000 года здание кинотеатра не эксплуатируется. Предполагалось, что в здании проведут реконструкцию, но позже выяснилось, что ему необходим еще и капитальный ремонт. Не смотря на это объект подвергся только реставрации фасадов. В свою очередь здание имеет хорошие перспективы развития и существует множество вариантов его эксплуатации: например, существует проект по реконструкции «Мира» в ресторан с кинотеатром, что позволило бы использовать все имеющееся пространство рационально; еще одним вариантом использования здания является размещение в нем культурно-развлекательного центра. Также существует предложение разместить в здании кинотеатра ЗАГС (рис. 6).

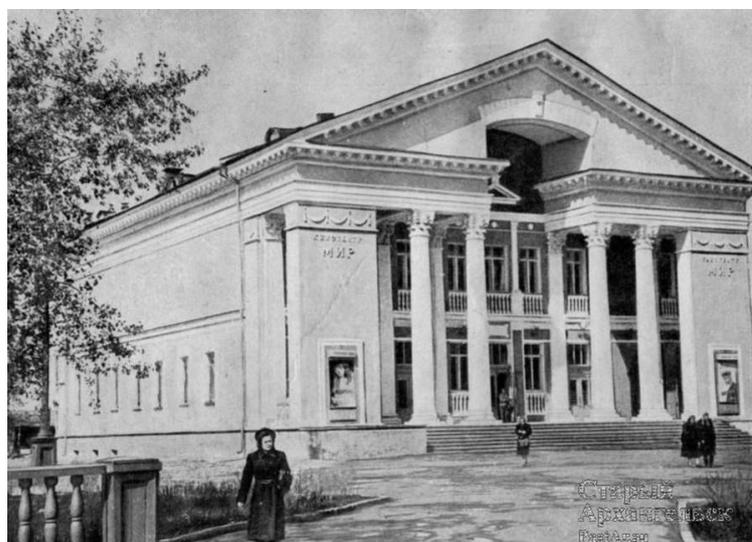


Рис. 6. Кинотеатр «Мир» (историческое фото)

В чем же состоит особенность реконструкции подобных зданий?

Советские кинотеатры зачастую строились по типовым проектам, поэтому с одной стороны, не несут особой архитектурной ценности и могут быть снесены, как это произошло с «Искрой», однако стоит учесть, что порой здание имеет свои особенности, например, фасад кинотеатра «Искра» был украшен красивым панно художника Горбачева, которое также было утрачено.

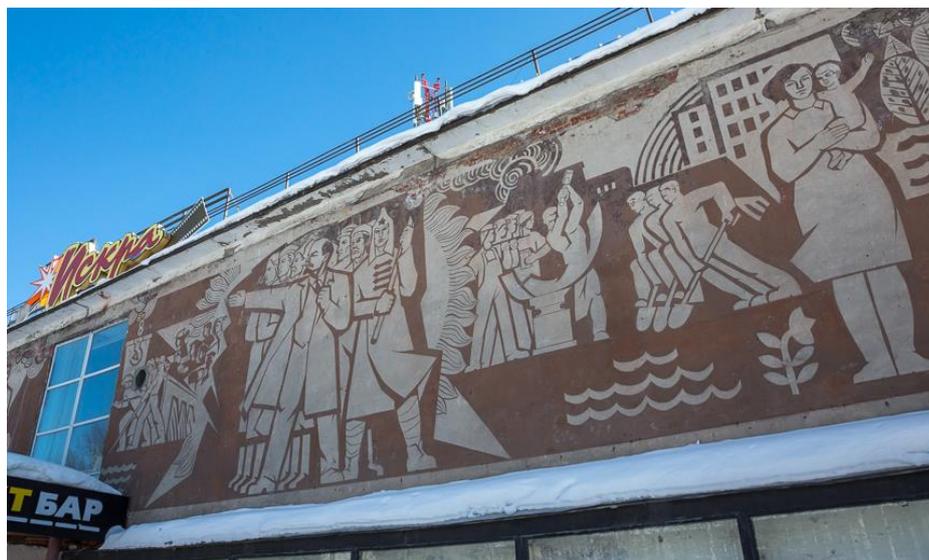


Рис. 7. Панно кинотеатра Искра

С другой стороны, проект реконструкции может быть применен для типовых зданий кинотеатров в других городах. Например, здание, аналогичное кинотеатру «Мир», расположено в Костроме и в нем размещен банк и супермаркет. В Пензе также есть подобное здание, в котором раньше располагался кинотеатр «Родина». Сейчас здание признано аварийным и не эксплуатируется (рис. 8).



Рис. 8. Кинотеатр «Дружба» г. Кострома и Кинотеатр «Родина» г. Пенза

Реконструкция, как альтернатива уничтожению, позволяет сохранить и архитектурный облик города. Однако процесс реконструкции достаточно трудоемок и, несомненно, возникают различные трудности. Очень важно, например, обратить внимание на нормативные документы, которые с советских времен значительно изменились. Также при реконструкции здания стоит учитывать ряд факторов: соответствие пожарным и санитарно-эпидемиологическим требованиям, доступ маломобильных групп населения, архитектурно-историческая ценность объектов и т.д. Несомненно, влияние на проект реконструкции и на судьбу здания в целом оказывают результаты, полученные при обследовании, которые определяют наличие дефектов, несущую способность и возможность дальнейшего существования здания.

Во многих городах существует проблема использования советских кинотеатров. С 2017 года в Москве действует программа по перестройке устаревших советских кинотеатров в современные районные центры[3]. Зачастую проекты предполагают сохранение основной функции здания, но, помимо этого, в здании размещаются фитнес-центры, кафе, рестораны, супермаркеты, магазины одежды или образовательные зоны. В результате, здания превращаются в многофункциональные центры.

Таким образом, реконструкция и переустройство старых советских кинотеатров, позволяет сохранить и адаптировать здания под требования современного общества, не нарушать сложившийся исторический облик городов. При этом можно создавать пространство, где люди могут хорошо проводить время, то есть возможно вернуть ту функцию, которая изначально была в этих советских кинотеатрах. Это было место для встреч.

### Список литературы

1. Электронная краеведческая библиотека «Русский Север» [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]:– Режим доступа: <http://ekb.aonb.ru/>, свободный (дата обращения: 20.10.2019). – Загл. с экрана.
2. Молодежный культурный центр «Луч» [Электронный ресурс]. – Архангельск, 2011 – Режим доступа: <https://www.arhcity.ru> свободный (дата обращения: 20.10.2019). – Загл. с экрана.
3. ADG group [Электронный ресурс]: [офиц. сайт]: ADG group.– Электрон. дан. – [Москва]: ADG group. – Режим доступа: <https://www.adggroup.ru/>, свободный (дата обращения: 20.10.2019). – Загл. с экрана.

**Хаккулова Л.Р.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [hakkulova.l@edu.narfu.ru](mailto:hakkulova.l@edu.narfu.ru)

Научный руководитель: Баланцева Н.Б. канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Реконструкция электроснабжения – один из самых важных вопросов для всех предприятий и учреждений. Основная проблема заключается в том, что большинство сооружений были построены давно, следовательно, вся система электроснабжения устарела и требует реконструкции:

Старая проводка обычно выполнена на основе алюминиевых проводников, что на данный момент является недопустимым. Следовательно, требуется произвести полную замену внутренних сетей здания.

Ежегодно потребление растет, потребности в электрической мощности также увеличиваются, что приводит к тому что необходимо увеличивать пропускную способность проводников. К тому же действующая проводка уже утратила свои ресурсы и дальнейшее ее использование при условиях возрастания потребления, может быть небезопасным. Реконструкция всегда имеет место быть, особенно если учесть что в здании были перепланировки или пристройки.

Энергетический аудит – один из способов выявить проблемы и недочеты в энергоснабжении здания.

Энергоаудит – это обследование предприятия или организации, с разработкой рекомендаций по повышению энергоэффективности здания. С помощью аудита можно выяснить о перенапряжениях на фазах, перегревах контактов, о несимметричности и вообще в целом показателях качества электроэнергии. Это поможет узнать на что стоит точно обратить внимание при разработке проекта [1].

При проектировании внутренних сетей здания нужно уделить особое внимание выбору сечения кабелей, иначе, если расчет будет произведен неверно, это приведет к аварийным ситуациям. Избежать этой проблемы можно просто, выбор сечения производить по нескольким показателям: допустимый ток, по нагреву. Проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режимов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями, секциями шин и т. п. При проверке на нагрев принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети [2].

Реконструкцию электроснабжения можно разделить на несколько основных этапов, такие как: реконструкция ВРУ, полный расчет освеще-

ния с учетом всех норм и правил, замена стояков, то есть кабелей которые вертикально проложены к силовым щиткам на этажах.

Основные причины замены и реконструкции ВРУ: старое оборудование, которое уже утратило актуальность и не настолько эффективно и автоматизировано, как новое.

В последнее время большое внимание уделяется экологии, поэтому при проектировании необходимо учитывать все аспекты, связанные с экологией чтобы в конечном итоге все соответствовало стандартам и гостам.

При расчете освещения также есть ряд пунктов, которые обязательно нужно учитывать, чтобы не допустить ошибок и избежать проблем. Очень важно правильно произвести расчет количества светильников, их мощности и освещенности. Решить эту проблему тоже можно, для этого сначала произвести расчет вручную, используя метод коэффициента использования светового потока.

$$N = \frac{E_{min} \cdot k_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta}$$

где  $n$  – число ламп в светильнике;  $\Phi_{л}$  – световой поток одной лампы;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока

$$i = \frac{S}{H_p \cdot (A + B)}$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения;  $H_p$  – расчётная высота подвеса светильников над освещаемой поверхностью,

$$H_p = H - h_c - h_p$$

$H$  – высота помещения;  $h_c$  – высота свеса светильника;  $h_p$  – высота рабочей поверхности.

Далее с помощью программы DIALux 4.13 произвести расчеты и сравнить. Расчеты обязательно должны совпасть с точностью до одного светильника.

Таким образом, проблема неправильного выбора мощности и количества исключается. Проблема выбора длины подвеса светильников исключается, так как все будет встроено в потолок.

При расчете экономической эффективности и сроков окупаемости следует обратить внимание на высоту подвеса светильников [3], так как от этого будет зависеть число работников в бригаде, что скажется на общей стоимости. При правильном изучении рынка, подбора оборудования и осветительных установок срок окупаемости должен быть не более 3-х лет.

Срок окупаемости зависит от капитальных затрат  $K$ , экономии эксплуатационных расходов  $\Delta \mathcal{E}$  по следующей формуле [4]:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta \mathcal{E}}$$

Капитальные затраты на модернизацию:

$$K = K_1 + K_2$$

где  $K_1$  – стоимость LED светильников с учётом доставки;  $K_2$  – стоимость электро-монтажных работ.

Стоимость электромонтажных работ:

$$K_2 = M + \frac{ZP \cdot NEM}{RD \cdot TS} \cdot TR \cdot n_{LED};$$

где  $M$  – затраты на материалы;  $ZP$  – месячная зарплата электромонтёра;  $NEM$  – число привлечённых электромонтёров;  $RD$  – число рабочих дней в месяце;  $TS$  – продолжительность рабочего дня;  $TR$  – усреднённые затраты времени на работу.

Исходя из этой формулы видно заметить от чего зависит цена электромонтажных работ и обратить внимание при выборе данных показателей.

Обязательно при расчете экономических показателей внимание следует уделить выбору тарифа: одноставочный или двухставочный. Последний больше подойдет для предприятий, учреждений с круглосуточным графиком работы. Единственный нюанс, если все же выбирать двухставочный тариф, необходимо установить приборы учета для каждого периода расчета: дневной и ночной

Окупаемость при организации эффективного использования осветительных установок обычно происходит от за счёт снижения числа обслуживаемых ламп и за счёт экономии потребляемой электрической мощности.

Таким образом, можно сделать вывод, что все проблемы решаемы, если подходить к проекту серьезно и внимательно разбирать каждый пункт. Даже незначительные ошибки является отклонением от нормы. Если следовать всем правилам и ГОСТам, а также каждый свой ход и свое решение перепроверять, то гарантия успешного проекта будет достигать 100 %

### Список литературы

1. ISO 50001:2011 Energy management systems – Requirements with guidance for use (Системы энергоменеджмента – Требования с руководством по использованию), от 15.06.2011 г.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7. Настоящее издание включает разделы и главы седьмого издания, подготовленные ОАО «ВНИПИ Тяжпромэлектропроект» совместно с Ассоциацией «Росэлектромонтаж»
3. Российская Федерация. Законы. «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» [Электронный ресурс] от 28 марта 2014 г. N 155н: (действ. Ред. 2018) – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/499087789> (дата обращения : 30.10.19). – Загл. с экрана.

4. Бутаков С.В., Радюшин В.В. Исследование и расчет осветительных установок: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.В. Бутаков, В.В. Радюшин; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2018. – 82 с.

5. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

6. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» – Введ. 2011-05-20. – М.: Стандартинформ, 2011. – 74 с.

**Хамраев У.**

студент Высшей инженерной школы, [umit\\_01-96@list.ru](mailto:umit_01-96@list.ru)

Научный руководитель: Пустовалова М.А., канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики и сопротивления материалов

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОДЧАТОГО ПОКРЫТИЯ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS**

Важнейшими показателями появления и развития современных технологий в строительной отрасли являются быстрота и стоимость возведения сооружений. Одной из наиболее распространенных конструкций, соответствующей требованиям времени, является конструкция сводчатого покрытия. При этом не редки случаи обрушения таких конструкций [1, 2]. Поэтому тема исследования устойчивости строительных сооружений к внешним воздействиям и прогрессирующему обрушению является особенно актуальной. Соответствие сооружений условиям не достижения предельных состояний гарантирует не только соответствие объекта строительства всем нормам и требованиям, но и сохранность человеческих жизней и материальных запасов. С целью недопущения возможных повреждений элементов конструкций и обрушений конструкций в целом проводится комплекс мер, включающий расчетные, конструктивные и технологические мероприятия.

Цель работы – исследование сводчатой конструкции на возможность прогрессирующего обрушения с использованием программного комплекса ANSYS.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- построение модели конструкции сводчатого покрытия;
- сбор нагрузок на сооружение;
- определение расчетных максимальных показателей относительных деформаций и эквивалентных напряжений;

- анализ полученных данных по предельным показателям;
- моделирование локального разрушения удалением смежных несущих элементов, в которых наблюдаются максимальные относительные деформации и эквивалентные напряжения;
- сбор нагрузок на вторичной расчетной схеме и определение соответствующих показателей деформационно-напряженного состояния;
- анализ полученных результатов на основе выполненных расчетов и сравнений показателей первичной и вторичной расчетных схем.

Исследуемый объект представляет собой арочный ангар, состоящий из пяти металлических сквозных арок облегченного типа, очерченных по окружности с радиусом  $R$ , составляющим половину пролета. Арки выполнены из двух поясов, соединенных раскосами. Пояса арок и раскосы выполнены из профилированных труб квадратного сечения. Количество прогонов принимаем конструктивно, в зависимости от размера сэндвич-панелей. Прогоны деревянные 50х50 мм. Число раскосов определяем исходя от величины угла, образованного раскосом и нижним поясом арки, и составляющим 59. Расстояние между верхним и нижним поясом элементов равно 0,4 м.

Конструирование сооружения выполнено в САПР Autodesk AutoCAD и составлен текстовый документ в виде списка узлов с указанием их координат. На основе этих файлов в программно-расчетном комплексе ANSYS построена конечно-элементная модель конструкции (рис. 1).

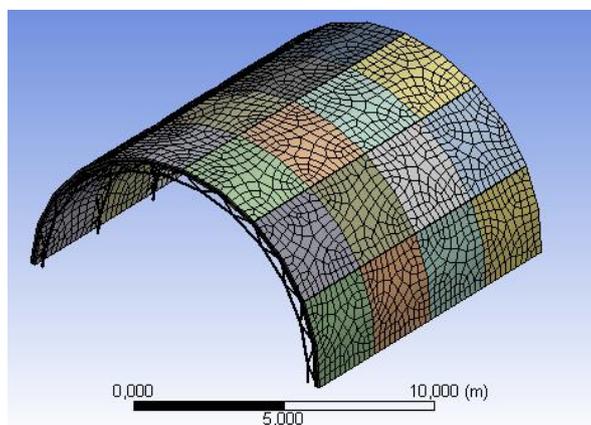


Рис. 1. Конечно-элементная модель ангара

Рассмотрены следующие условия: опирание арок – жесткое, снеговой район – I, ветровой район – III, тип местности ветровой нагрузки – А.

Для статического расчета модели с учетом собственного веса конструкции предварительно задается сила земного притяжения и жесткое закрепление в основании. Все расчетные исследования проводим в ПК ANSYS Mechanical. Полученные результаты (рис. 2) сравниваем с нормативными требованиями.

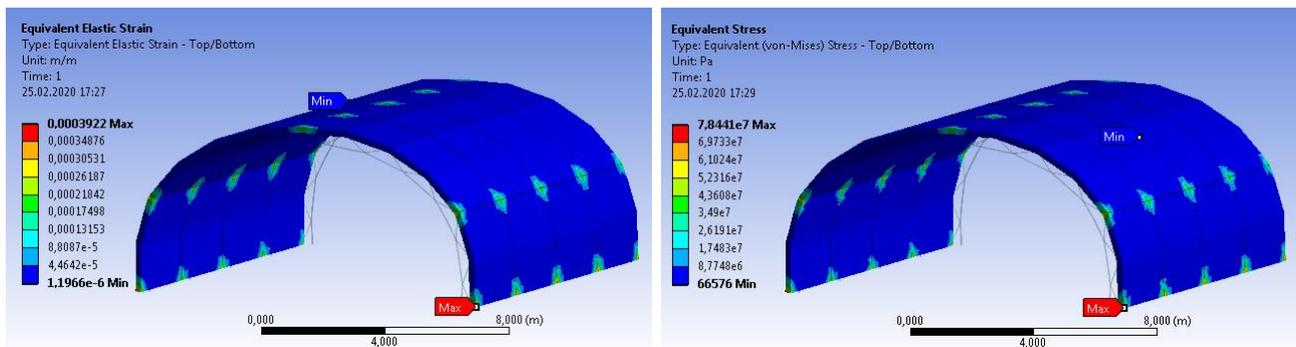


Рис. 2. Относительные деформации и эквивалентные напряжения от собственного веса конструкции

Согласно приложению Е [3], при расчете сооружения на устойчивость против прогрессирующего обрушения критерии несущей способности допускается принимать как для особого предельного состояния. Соответственно, таким критерием в рассматриваемой пластине ангара служат относительные предельные деформации. Для сталей с физическим пределом текучести данный критерий принимается равным 0,025.

Максимальные относительные деформации наблюдаются на пластинах ангара и составляют 0,0003922. Видно, что полученный показатель меньше предельно допустимого значения в 63,7 раза, следовательно, конструкция удовлетворяет требованиям надежности.

По справочно-нормативным требованиям [5, 6] выясняем, что расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести  $R_y = 200$  МПа.

Эквивалентные напряжения должны быть меньше или равны расчетному сопротивлению. Максимальное напряжение в элементах рассчитанной конструкции составило 78,44 МПа, что меньше допускаемых в 2,5 раза. Прочность конструкции обеспечена.

Расчет модели на воздействие снеговой нагрузки выполняется по методике, описанной в разделе 10 [4]. По полученным значениям определяется нормативное значение снеговой нагрузки узлов прогонов покрытия. Далее все нагрузки задаются в модели и рассчитываются деформации и напряжения.

Максимальные относительные деформации наблюдаются на сэндвич-панелях ангара, и составляют 0,0003953, что на 0,8 % больше деформаций от собственного веса ангара.

Максимальное напряжение 79,06 МПа меньше, чем расчетное сопротивление 200 МПа в 2,5 раза. При этом эквивалентные напряжения при снеговой нагрузке на 0,8 % больше тех же показателей при нагрузке от собственного веса ангара.

Перед расчетом модели на ветровые нагрузки необходимо выяснить частоты и формы собственных колебаний сооружения. Собственные коле-

бания имеют три основные моды: вертикальные, поперечные и крутильные. При модальном анализе конструкции в ПК ANSYS, особое внимание уделяем соответствию получаемых в расчетной программе частот и форм собственных колебаний и тех, которые получаются в результате динамического расчета по правилам строительной механики (частотные уравнения). На рис. 3 приведена иллюстрация нахождения частот и форм собственных колебаний модели.

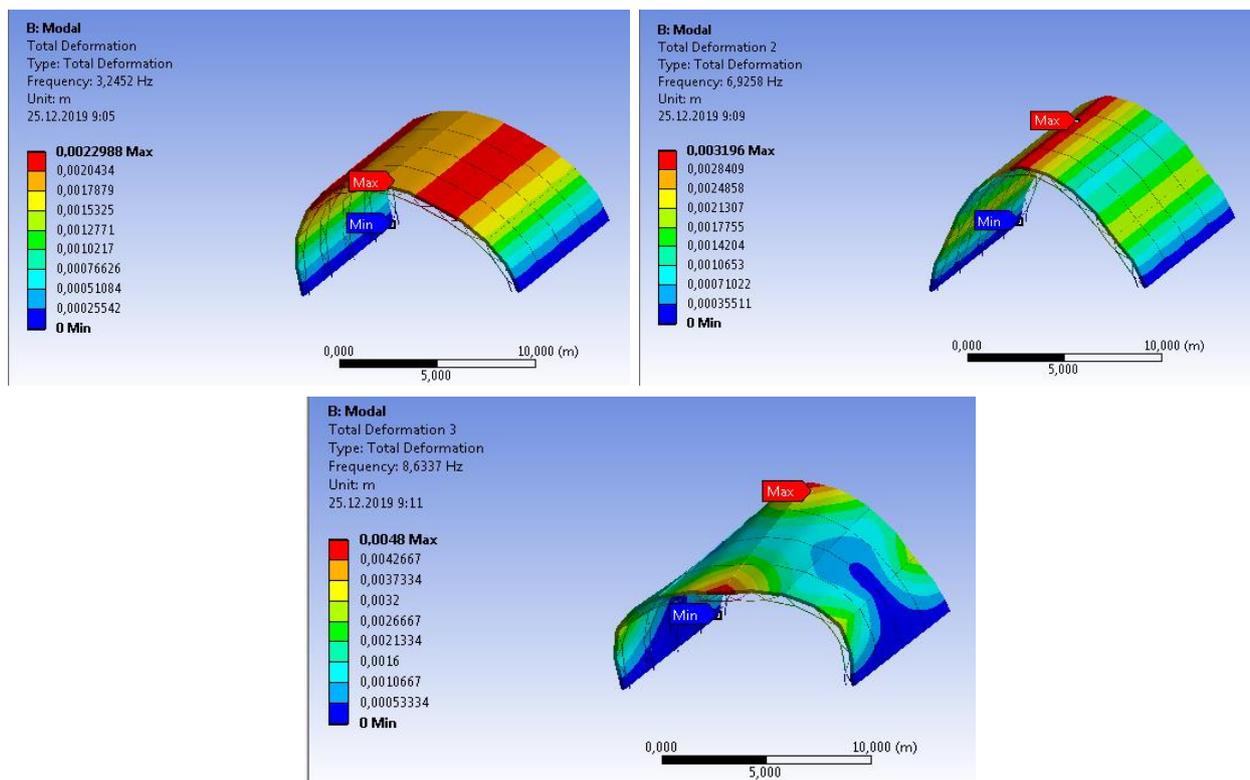


Рис. 3. Поперечные, вертикальные и крутильные колебания конструкции

Проанализировав найденные частоты и формы собственных колебаний, по п. 11.1.10 [4] вычисляем предельное значение частоты собственных колебаний  $f_{lim}$ , и оно равно 0,09 Гц. Соответственно, первая частота  $f_1 = 3,2452$  Гц во много раз превышает предельную, что дает полагать о необходимости выполнения расчетов по ветровым нагрузкам по условиям позиции «а» п. 11.1.8 [4].

По итогам расчета ветровых нагрузок первичной модели выясняем, что максимальные относительные деформации наблюдаются на сэндвич-панелях ангара и составляют 0,00040443. Полученные деформации на 3,02 % и на 2,26 % выше, чем аналогичные показатели при нагрузках от собственного веса и снега, соответственно.

Максимальное эквивалентное напряжение 80,885 МПа, соответственно, на 3,02 % и на 2,26 % больше, чем тот же показатель от собственного веса и снеговой нагрузки, однако в 2,47 раз меньше, чем допускаемое 200 МПа.

Вывод: наибольшие деформации и напряжения наблюдается при ветровой нагрузке. Но рассчитываемая конструкция удовлетворяет условиям прочности и устойчивости по обеим группам предельных состояний, так как деформации и напряжения значительно меньше предельных значений.

По итогам расчетов определены максимально нагруженные элементы, без учета работы которых строится вторичная расчетная модель и исследуется локальное разрушение как причина возможного прогрессирующего обрушения.

Цель построения вторичной схемы – анализ напряженно-деформированного состояния конструкции при локальном разрушении несущих элементов конструкции и определение условий при которых будет происходить прогрессирующее обрушение конструкции в целом (рис. 4).

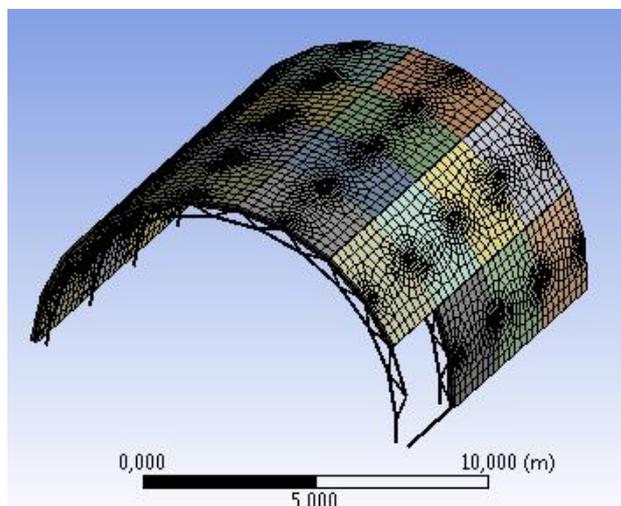


Рис. 4. Вторичная модель для расчета на прогрессирующее обрушение

По итогам расчетов проанализирована работа первичной и вторичной моделей сводчатого покрытия и получены следующие результаты:

– в первичной расчетной схеме максимальные эквивалентные напряжения 80,885 Мпа и максимальные относительные деформации 0,00040443 возникают от ветровой нагрузки;

– во вторичной расчетной схеме максимальные значения относительных деформаций 0,00049251 и эквивалентных напряжений 98,503 Мпа возникают от снеговой нагрузки.

– удаление элементов, в которых наблюдались максимальные эквивалентные напряжения и относительные деформации для моделирования локального разрушения, привело к увеличению на 21 % деформаций и напряжений при ветровой нагрузке за счет возникновения очага продуваемости, и при запасе прочности менее 20 % может привести к прогрессирующему обрушению конструкции.

## Список литературы

1. Касимов Р.Г., Касимов А.А. Анализ аварии металлического сводчатого покрытия навеса арочного типа [Электронный ресурс] / Касимов Руслан Галеевич, Касимов Андрей Андреевич // Наукоедение: научн. электрон. журн. – 2016. – том 8. – №6. – С. 146. – Электрон. журн. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/146TVN616.pdf>, свободный (дата обращения: 20.10.2019). – Загл. с экрана.
2. Кузнецов И.Л., Исаев А.В., Гимранов Л.Р. Причины обрушения бескаркасного арочного сооружения пролетом 30 м [Электронный ресурс] / Кузнецов И.Л., Исаев А.В., Гимранов Л.Р. // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета: научн. электрон. журн. – 2011. – №4. – С. 166-170. – Электрон. журн. – Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_17101626\\_57674844.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17101626_57674844.pdf), свободный (дата обращения: 20.10.2019). – Загл. с экрана.
3. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения [Электронный ресурс]: свод правил: дата введения: 06.01.2019. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551394640>, свободный (дата обращения: 22.02.2020). – Загл. с экрана.
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс]: свод правил: дата введения: 04.06.2017. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456044318>, свободный (дата обращения: 20.12.2019). – Загл. с экрана.
5. Гордиенко, Е.П. Справочные таблицы [Текст]: справочн. пособие для практических занятий по дисциплине. «Соппротивление материалов» / ТГУ, под ред. Т.Ф. Гавриловой. – Тольятти: ТГУ, 2006 – 28 с.
6. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: свод правил: 28.08.2017. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456069588>, свободный (дата обращения: 22.02.2020). – Загл. с экрана.

### Харин А.Н.

студент Института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ в г. Северодвинске, tohashotograd@mail.ru

Научный руководитель: Гальцов И.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии металлов и машиностроения

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ

Изготовление комбинированных конструкций находит все большее применение в различных отраслях промышленности, но встречаются трудности при сварке разнородных сталей.

Разнородные стали представляют собой стали разных классов, например аустенитного и перлитного.

С целью разработки оптимальной технологии сварки при применении разнородной стали в качестве сварных конструкций, рассмотрена разнородная сталь 10X13Г18Д + 09Г2С.

Сварка разнородных сталей имеет свои особенности, вызванные необходимостью получения сварных соединений, способных работать в условиях максимальной эксплуатационной нагрузки. Трудности при сварке разнородных сталей состоят в получении равнопрочных сварных соединений, в обеспечении технологической прочности при сварке, сведении к минимуму образование сварочных напряжений и деформаций изделий.

Сталь 10X13Г18Д аустенитного класса, рекомендуется для изготовления сварных изделий бытовой техники, вагоностроения, товаров народного потребления, машин и аппаратов продовольственного и торгового машиностроения, теплообменников, работающих в слабоагрессивных средах (органических кислотах, солях, щелочах), а также при температуре до  $-196^{\circ}\text{C}$ . Обладает высокой пластичностью при глубокой штамповке, высокой кавитационной стойкостью. В состоянии после термообработки (аустенитизации) сталь 10X13Г18Д имеет аустенитную структуру с величиной микротвердости HV 200...210 [1,2].

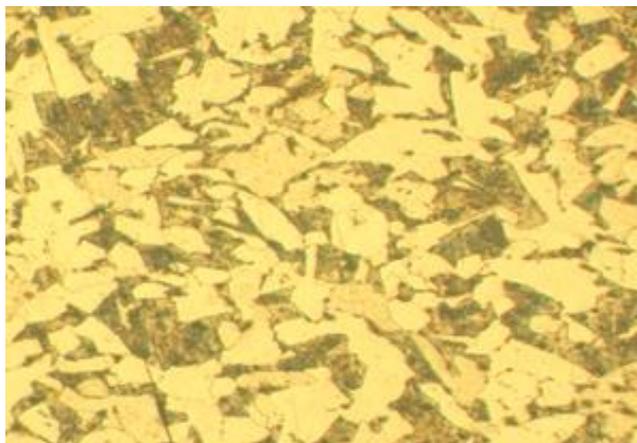
Сталь 10X13Г18Д имеет повышенные механические свойства по сравнению с хромоникелевыми, а именно временное сопротивление разрыву  $\sigma_{\text{в}} > 450$  МПа, предел текучести  $\sigma_{\text{т}} > 320$  МПа, и более низкую стойкость, а также большую склонность к образованию  $\alpha$  – мартенсита при деформации, так как марганец в определенных количествах в противоположность никелю снижает энергию дефектов упаковки аустенита и обладает более слабым аустенитообразующим действием, в отличие от хромоникелевой стали 12X18Н10Т. Коррозионная стойкость стали 10X13Г18Д во многих агрессивных средах достаточно высокая.

Сталь марки 09Г2С является конструкционной низколегированной сталью. Используется при производстве различных деталей и элементов сварных металлоконструкций, работающих при температуре от  $-70$  до  $+425^{\circ}\text{C}$  под давлением. Легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Применяя закалку и отпуск изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере страны.

К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска.

Структура стали в состоянии поставки ферритно-перлитная (ФП) (рис. 1). Различия состоят в несколько большей склонности к образованию закалочных структур в металле шва и ЗТВ при повышенных скоростях охлаждения. При повышенных скоростях охлаждения в шве этой стали

кроме феррита и перлита присутствуют также мартенсит, бейнит и остаточный аустенит. Стойкость металла шва против кристаллизационных трещин несколько ниже, чем низкоуглеродистых.



*Рис. 1.* Микроструктура стали 09Г2С в состоянии поставки

Внедрение коррозионно-стойкой высоколегированной стали 10Х13Г18Д в сочетании с низколегированными повышенной прочности, 09Г2С для конструкции позволит повысить прочность, работоспособность, значительно снизить эксплуатационные расходы на техническое обслуживание и ремонт, а также снизить массу.

При сварке разнородных сталей в сварном соединении могут образовываться околошовные трещины, располагающиеся обычно вдоль границы сплавления на некотором расстоянии от нее, горячие трещины, связанные со структурными изменениями в зоне сплавления сварного соединения, влияющими на его свойства. Околошовные трещины возникают в том случае, если в комбинированной конструкции используются стали, склонные к закалке.

Образование горячих трещин связывают с наличием в нем прослоек незакристаллизовавшейся жидкости, а также первичной кристаллизацией. Появление данных процессов в шве приводит к охрупчиванию металла, которое впоследствии способствует преждевременному разрушению. Хрупкое разрушение в основном происходит по зоне сплавления в независимости от вязкости материалов. Такое изменение структуры металла в зоне сплавления разнородных сталей условно названо образованием структурной неоднородности [3, 4].

Специфической трудностью сварки разнородных сталей является наличие в нем остаточных напряжений, которые во многих случаях достигают значительных величин и имеют неблагоприятное воздействие на структуру сварного шва и зоны сплавления.

Основные трудности сварки разнородных сталей 10Х13Г18Д+09Г2С связаны с обеспечением необходимых свойств и оптимальной структуры

металла шва и ЗТВ высоколегированной коррозионно-стойкой аустенитной стали. Обычно они подвержены склонности к образованию трещин в ЗТВ, появлению после сварочного нагрева в высокотемпературной зоне  $\delta$ -феррита,  $\alpha$ -фазы (мартенсита),  $\sigma$ -фазы, выделению карбидов из аустенита в определенных участках ЗТВ и ухудшению в этих местах стойкости против межкристаллитной коррозии (МКК), высоких временных напряжений и деформаций [1,5].

При большом содержании углерода в стали и быстром ее охлаждении от высоких температур, аустенит фиксируется в виде пересыщенного (нестабильного) твердого раствора и сталь приобретает чисто аустенитную структуру [6]. Однако, последующий нагрев металла в интервале критических температур (1200–1300°C) приводит к тому, что избыточный углерод выделяется из твердого раствора по границам зерен в виде  $\delta$ -феррита [4].

В результате выделения богатых хромом карбидов содержание хрома в пограничных слоях аустенитных зерен уменьшается до 12 % и менее, и становится недостаточным для коррозионной стойкости металла в условиях воздействия агрессивной среды. Кроме того, благодаря разному содержанию хрома в центральных зонах и в пограничных слоях аустенитных зерен, такой металл при контакте с агрессивной средой (электролитом) становится системой гальванических микропар, в которых карбиды и тело зерна служат катодами, а обедненные хромом пограничные слои его – анодами. Вследствие этого растворение (разъедание) обедненных слоев зерен (анодов) происходит весьма быстро, значительно быстрее, чем растворение 10–12 %-ной хромистой стали с равномерным распределением хрома [7].

Выделение  $\sigma$ -фазы типа (FeCr) в системе Cr-Mn (сигматизация) происходит при длительных выдержках в интервале температур 500–900° и является причиной сильного охрупчивания стали, уменьшает ее пластичность и прочность [2, 8].

Помимо горячих кристаллизационных трещин в сварных швах аустенитных сталей могут возникать горячие высокотемпературные полигонизационные трещины, образующиеся в довольно узком интервале температур, несколько ниже температуры кристаллизации. В сварном аустенитном металле при достаточно медленном охлаждении после кристаллизации дефекты кристаллического строения начинают мигрировать, сосредотачиваться с образованием полигональных границ субзерен. Эти полигональные границы в отдельных местах могут совпадать со старыми границами аустенитных кристаллов, с участками сосредоточения примесей, и здесь могут зарождаться трещины. Для подавления образования таких трещин можно увеличивать скорость охлаждения с тем, чтобы не дать развиваться полигонизации.

В сварных соединениях высоколегированных хромомарганцевых сталей при определенных условиях могут образовываться и холодные трещины. Образование холодных трещин связано с фазовыми изменениями, происходящими при охлаждении [9, 10, 11, 12, 13].

Сочетание нескольких негативных факторов трещинообразования в совокупности с рабочими нагрузками (удары, вибрация) изделий, изготовленных из 10X13Г18Д+09Г2С, создают еще более благоприятные условия для зарождения трещины и преждевременного разрушения сварных конструкций.

Наиболее эффективным способом одновременного управления фазоструктурным состоянием металла шва и ЗТВ, размером зоны пластических деформаций и уровнем остаточных напряжений является регулирование уровня погонной энергии при сварке 10X13Г18Д+09Г2С рекомендованными режимами.

При сварке данных сталей, для улучшения структуры соединения и уменьшения напряжений, необходимо применение автоматической и полуавтоматической сварки по технологии СМТ «холодный перенос металла». СМТ – это процесс дуговой сварки с переносом металла не через дугу, а методом отрыва капле расплавленного металла электродной проволоки. При СМТ проволока не только подается вперед, но и отводится от изделия, при этом она подается с колебаниями (вперед – назад) со средней частотой до 70 Гц (рис. 2) [14]. За счет этого увеличивается доля участия аустенитной структуры шва в разнородном соединении сталей 10X13Г18Д+09Г2С.

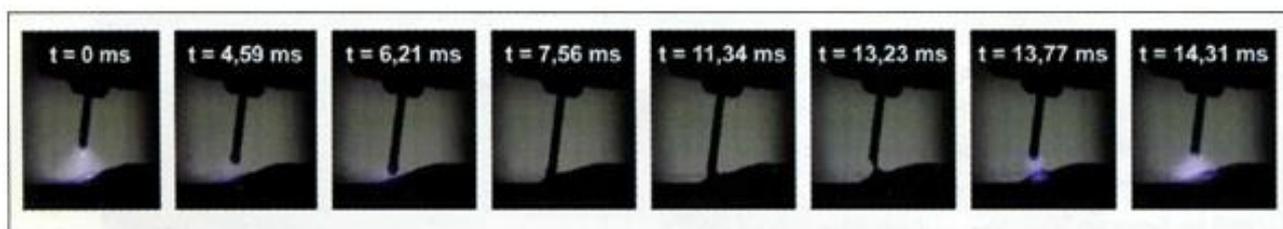


Рис. 2. Принцип процесса СМТ: подача проволоки с колебаниями в вертикальном направлении

Технология и режимы сварки высоколегированных коррозионно-стойких и низколегированных повышенной прочности сталей имеют ряд особенностей по сравнению со сваркой малоуглеродистых и низколегированных сталей. Применительно к этим сталям целесообразно использовать присадочную проволоку, например Св-08Х20Н9Г7Т, обеспечивающую аустенитно-ферритную структуру металла шва и предусмотреть методы, обеспечивающие минимальные фазовые превращения в металле ЗТВ. Наиболее оптимальным методом обеспечения благоприятной структуры и требуемых механических свойств сварных соединений является применение

ние технологии обеспечивающей минимальное время нахождения данных сталей под воздействием критического интервала температур в определенный промежуток времени. Преимущества метода СМТ позволяет получить такие параметры сварочной дуги, как: очень высокую стабильность горения дуги и эффективность сварки импульсной дугой, благодаря использованию инверторного источника питания. Регулируя количество импульсов, можно оптимизировать характеристики проплавления в зависимости от цели применения.

### Список литературы

1. Гедрович А.И. Структура и свойства соединения сталей 10X13Г18Д+09Г2С / А.И. Гедрович, А.Н. Ткаченко, С.А. Ткаченко // Автоматическая сварка. – 2006. – № 12(644). – С. 44–47.
2. Сварка аустенитной стали 10X13Г18ДУ при изготовлении дизель – и электропоездов на ХК «Лугансктепловоз» / А.И. Гедрович, И.А. Гальцов, А.Б. Жидков, А.Н. Ткаченко // Сварщик.–2002. – № 6(28). – С. 10–11.
3. Бережницька М.П. Методи визначення залишкових зварних напружень / М.П. Бережницька // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2001. № 6. – С. 18–22.
4. Березницкий В.А. Использование нержавеющей и низколегированных сталей для вагонов дизель – и электропоездов максимальной вместимости / В.А. Березницкий, Н.И. Сергиенко, В.П. Щербаков // Сборник научных трудов по проблемам внедрения и освоения производства в Украине мотор-вагонного подвижного состава на базе унифицированного прицепного вагона. – Луганск: Машиностроение – 2003. – С. 85–87.
5. Гедрович А.И. Выбор проволоки для дуговой механизированной сварки однородных и разнородных соединений стали 10X13Г18Д/ А.И. Гедрович, С.А. Ткаченко, А.В. Каленская // Автоматическая сварка. – 2008. – № 1. – С. 37–39.
6. Поведение аустенитной стали 10X13Г18ДУ после сварочного термомодеформационного цикла, применяемой в транспортном машиностроении / А.И. Гедрович, И.А. Гальцов, О.Н. Друзь, А.Н. Ткаченко // Вестник ВНУ им В.Даля. – № 7(53) – 2002. – С. 70–73.
7. Гедрович А.И. Взаимосвязь фазового состава и поля остаточных напряжений при сварке нержавеющей стали 10X13Г18Д / А.И. Гедрович, И.А. Гальцов, Г.Г. Басов // Вестник ВНУ им.В.Даля. – № 3(49) – 2002. – С. 29–33.
8. Винокур Б.Б. Влияние легирования на рост аустенитного зерна малоуглеродистой стали / Б.Б. Винокур, В.П. Пимашенко, О.Г. Касаткин // Известия АН СССР, Металлы. – 1984. – № 2. – С. 107–112.
9. Антонов А.А. Влияние технологии монтажной сварки на уровень остаточных напряжений в сварных соединениях труб из стали 12Х1МФ / А.А. Антонов // Автоматическая сварка. – 1992. – № 7-8. – С. 10 – 11.
10. Перспективы сварки элементов кузовов вагонов электро – и дизельпоездов из разнородных сталей на ОАО «ХК» Лугансктепловоз» / Г.Г. Басов, А.И. Гедрович, С.А. Ткаченко, А.Н. Ткаченко // Вісник СНУ ім. В.Даля. – № 6(100) – 2006, частина 2. – С. 62-69.
11. Беленький Д.М. Изменение механических характеристик стыкового сварного соединения при упругопластическом деформировании / Д.М. Беленький, Л.Н. Вернези, А.В. Черпаков // Сварочное производство. – 2003. – № 10. – С. 3–5.

12. Гольдштейн М.И. Металлофизика высокопрочных сталей / М.И. Гольдштейн, В.С. Литвинов, Б.М. Бронфин – М.: Металлургия, 1986. – 312 с.
13. Гольдштейн Н.И. Специальные стали / Н.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.М. Векслер. – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
14. Химмельбауер К. Процесс СМТ – революция в сварочных технологиях/ К.Химмельбауер // Сварщик. –2010. – № 2 – С. 26–30.

**Хасанова А.Р.**

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [aigulkhasan@gmail.com](mailto:aigulkhasan@gmail.com)

Научный руководитель: Бойко В.Н., старший преподаватель кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

### **ВЫБОР МЕТОДИКИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Нередко перед нефтяными компаниями встает вопрос об увеличении пропускной способности уже действующего трубопровода. В таких случаях необходимо выбрать способ решения этой задачи. Их существует несколько. Для начала запишем уравнение баланса напоров (УБН), где слева стоит напор, развиваемый всеми станциями, а справа потребный напор трубопровода:

$$H_{\text{под}} + \sum_{i=1}^n H_{\text{диф}}^{\text{ПС}-i}(Q) = \Delta z + h_{\text{к}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{уч}}} h_{\tau m_i}(Q),$$

где  $H_{\text{диф}}^{\text{ПС}-i}$  –напор одной перекачивающей станции (ПС), м;  $\Delta z$  – разница геометрических отметок конца и начала трубопровода, м;  $h_{\text{к}}$  – напор в конце участка, м;  $n$ ,  $n_{\text{уч}}$  – количество станций и количество участков;  $h_{\tau m_i}$  –потери на трение и местное сопротивление на  $i$ -том участке, м.

В соответствии с [2] при разработке мероприятий по увеличению пропускной способности действующих магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) рассматриваются следующие способы:

- повышение рабочего давления на выходе ПС без замены участков линейной части МНПП (если линейная часть трубопровода обладает достаточной величиной несущей способности) – изменение левой части УБН;
- строительство лупингов – изменение правой части УБН;
- увеличение числа ПС – изменение левой части УБН;

- применение противотурбулентных присадок – изменение правой части УБН (изменение режима течения и гидравлического уклона – снижение величины потери энергии);
- применение вставок (изменение сопротивления линейной части – снижение величины потери энергии);
- комбинацию перечисленных способов.

Рассмотрим первый способ, когда повышение рабочего давления достигается путем регулирования работы насосов. В данном случае требуемый дифференциальный напор станции больше напора, создаваемого выбранными насосами. Возникает необходимость в изменении характеристик насосных агрегатов – регулировании работы насосов. Это возможно путем изменения частоты вращения вала насоса (угловой скорости вращения вала), что приводит к изменению характеристик насосных агрегатов. Регулирование режима насоса путем изменения частоты вращения вала возможно при использовании частотно-регулируемого привода (ЧРП). Срок окупаемости ЧРП составляет около 18 лет и часто является экономически невыгодным [20].

Рассмотрим еще один способ увеличения пропускной способности путем строительства лупингов. В таких случаях диаметр лупинга обычно принимают равным диаметру МНПП с учетом перспективного развития (при замыкании лупинга в отдельный трубопровод).

Лупинги часто используются для решения задачи увеличения пропускной способности [4]. Это происходит за счет изменения гидравлической характеристики трубопровода (рис. 1).

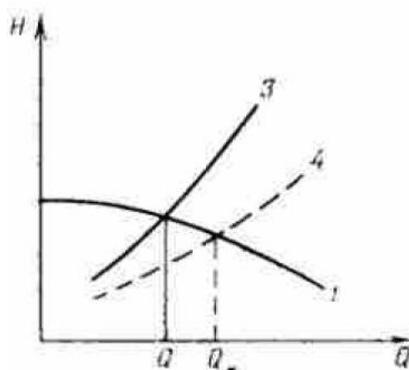


Рис. 1. Совмещенная характеристика  $H=N(Q)$ : 1 – существующей ПС; 3 – трубопровода до прокладки лупинга; 4 – трубопровода после прокладки лупинга [1]

По рис. 1 следует вывод о том, что напор на выходе из станции снижается ( $H_{ст*} < H_{ст}$ ).

Когда протяженность лупинга имеет ограничения по условиям возможности его размещения по трассе МНПП, рассматривают комбинированные способы увеличения пропускной способности. Эпюра рабочих давлений при наличии лупинга должна строиться как с учетом работы лу-

пинга, так и при его отключении для проверки несущей способности линейной части МНПП. Расположение проектируемых лупингов преимущественно необходимо предусматривать в конце участка, а при наличии перевальной точки до перевальной точки. Расположение лупинга в конце участка приводит к меньшей нагрузке на трубу, но его строительство в северных районах затруднительно из-за неблагоприятных условий Арктики.

Существуют также способы увеличения расхода за счет удвоения числа ПС, применения противотурбулентных присадок, а также устройство вставок большего диаметра [3]. Вставки на магистральных трубопроводах применяются редко из-за трудностей проведения очистки внутренней полости трубопровода и внутритрубной диагностики при пропуске очистительных поршней и дефектоскопов [17], а также их строительство приводит к временной остановке работы трубопровода. Присадки применяются редко в силу больших финансовых затрат для обеспечения необходимого количества, так как они разрушаются на каждой станции и в начале каждого перегона их добавляют снова.

Таким образом, наиболее используемыми методами увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов являются прокладка лупингов и удвоение числа перекачивающих станций.

В северных районах в холодное время года используют перекачку с подогревом, что требует дополнительных финансовых затрат на специальное оборудование на ПС. Также станция требует определенных условий по месторасположению, так как ее нельзя построить в болотистой местности и если на ней будет резервуарный парк, то при наличии рядом населенного пункта, будет необходимо учитывать розу ветров.

Но если все условия располагают и для строительства ПС, и для строительства лупинга, то чтобы определить какой метод является выгодным для заданного технологического режима, необходимо провести сравнение их по чистым приведенным затратам. Способ увеличения пропускной способности с наименьшими приведенными затратами является оптимальным. На технико-экономический расчет влияет степень увеличения пропускной способности магистрального нефтепродуктопровода, характеристики насоса и стоимость электроэнергии, которая в северных регионах России является достаточно дорогой. В условиях Арктики также необходимо учитывать возможность строительства лупингов или станции и обеспечения путей к ней, что может стать определяющим фактором для выбора того или иного способа увеличения пропускной способности МНПП.

#### Список литературы

1. Алиев Р.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. для вузов / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров и др – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 368 с.

2. РД-24.040.00-КТН-062-14 с Изм. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Магистральные нефтепроводы. Нормы проектирования (редакция с изменением № 2 от 21.09.2016). – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2016. – 169 с.

3. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов / Тугунов П.И. [и др.]. – Уфа: ООО «Дизайн-ПолиграфСервис», 2002. – 658 с.

4. Эксплуатация магистральных нефтепроводов. Трубопроводный транспорт нефти: Учеб. пособие / В.Н. Антипьев, Ю.Д. Земенков, Н.А. Малюшин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. – 344 с.

**Хламов К.Е.**

студент Высшей инженерной школы, [hlamov.kirill@yandex.ru](mailto:hlamov.kirill@yandex.ru)

Научный руководитель: Пустовалова М.А., канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики и сопротивления материалов

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ АРХАНГЕЛЬСКЕ**

За период с 2019 по 2025 годы в Архангельске в адресную программу переселения граждан из ветхого и аварийного жилья включены 352 дома. Планируется переселить 9500 граждан, 1400 квартир находится на исполнении суда [1]. В этой связи проектирование и строительство современных высотных жилых домов, удовлетворяющего современным требованиям надежности и комфорта является особенно актуальной задачей.

Строительство высотных зданий обеспечивает большое количество жилой площади при относительно небольшой площади застройки, что позволяет эффективно использовать выделенные земельные участки под строительство.

Жилое здание предназначено для постоянного или временного проживания людей и должно соответствовать установленным санитарным, противопожарным, градостроительным и техническим требованиям.

Общий вид и фасады здания представлены на рис. 1, 2 соответственно. Генеральный план (рис. 3) спроектирован согласно СП 42.13330.2016 и предусматривает газоны и различные зеленые насаждения, огороженные детские площадки, спортивные площадки и зоны отдыха для взрослых, парковку на 520 машина-мест, из которых 18 мест предназначены для маломобильных групп населения, проезды шириной 6 м, обеспечивающие подъезд к зданию пожарных машин и карет скорой помощи.



Рис. 1. Общий вид здания

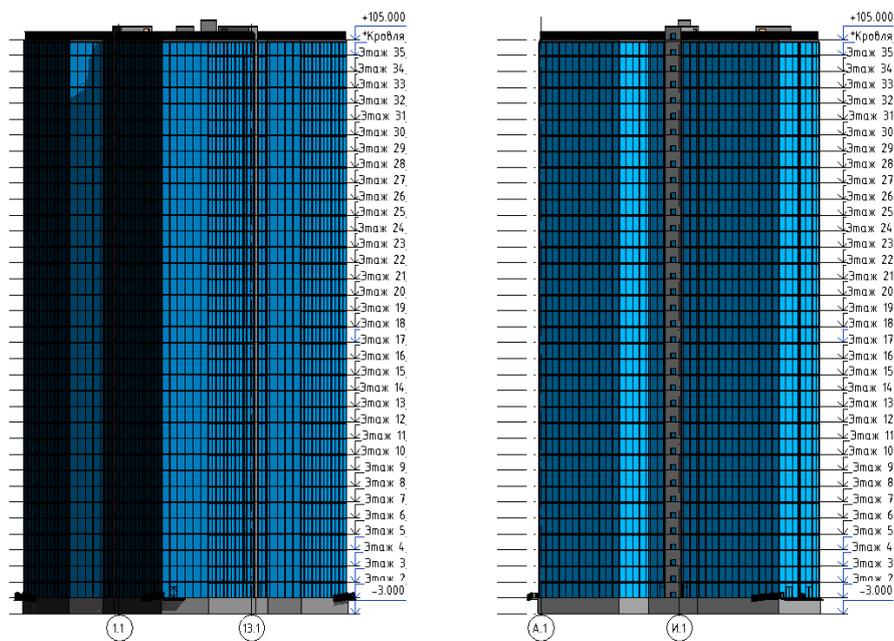


Рис. 2. Фасады здания в осях 1.1-13.1 и А.1-И.1

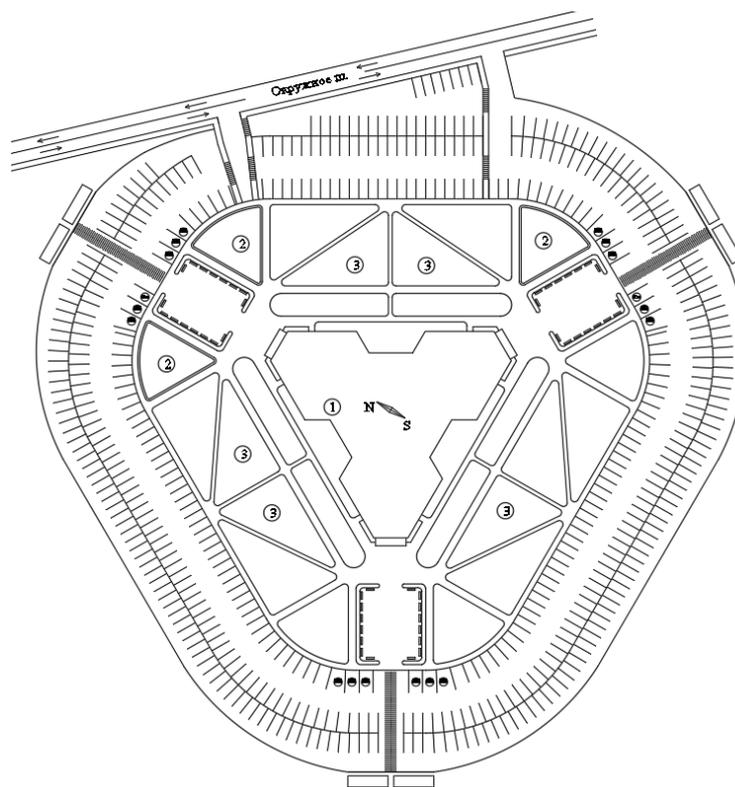


Рис. 3. Генеральный план

Объект имеет форму ствола, состоящего из трех лучей, имеющих в плане усеченные равносторонние треугольники (рис. 4), что обеспечивает высокий уровень инсоляции в совокупности со сплошным остеклением [2]. Данное высотное здание состоит из 35 этажей, с техническими помещениям на 17, 35 и подземном этажах, так же имеется вертолетная площадка на крыше.

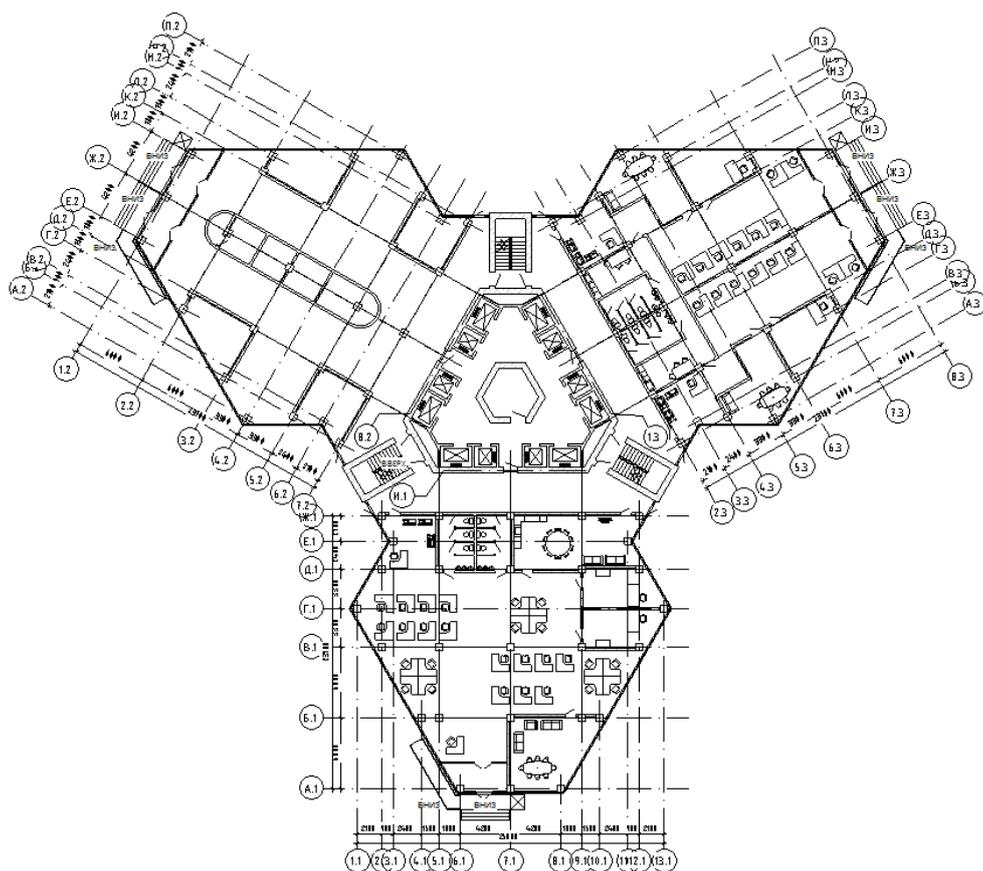


Рис. 4. План первого этажа на отметке 0.000 м

Жилая часть здания включает квартиры-студии различной площади – 62–103 м<sup>2</sup>. На этаже находится 15 квартир разделенных по 5 квартир в каждом луче здания. Всего в здании запроектировано 480 квартир. Планировка квартир приведена на рис. 5. Проектом предусмотрен один подземный технический этаж.

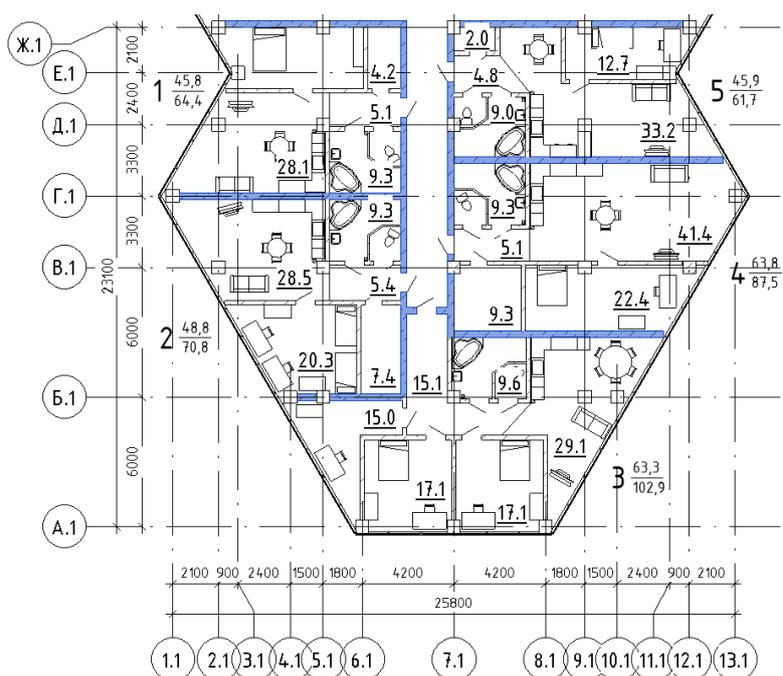


Рис. 5. План секции второго этажа на отметке +3.000 м

Объекту капитального строительства соответствует I класс ответственности, I степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности – С0. Здание разбито по вертикали на 3 пожарных отсека лестничными шахтами с противопожарными стенами 1-го типа, а также по горизонтали на 2 отсека техническим 17 этажом с перекрытиями 1-го типа согласно СП 2.13130.2012.

На первом этаже размещаются:

– арендуемая зона, включающая в себя помещения офисного назначения, общая площадь которых – 908 м<sup>2</sup>. Входные группы в помещения организованы с наружной стороны;

– общественная зона, площадью которой составяем 530 м<sup>2</sup>, состоит из тамбур-входов, комнаты консьержа, технических помещений, просторного холла, кладовых, санитарных узлов для маломобильных групп населения и остальных жильцов, а также центрального пункта управления системой противопожарной защиты, центрального пункта управления службы безопасности и серверной.

Вертикальные пути сообщения организованы 3 лестницами класса Н2, 12 лифтами, из которых 11 лифтов, имеющих доступ к 1–35 этажам, также согласно требованиям по противопожарной защите один из лифтов предназначен для перемещения пожарных подразделений, проектируется согласно требованиям ГОСТ Р 52382-2010.

Внутренняя отделка стен здания выполнена с применением современных негорючих, нетоксичных сухих строительных смесей.

Входная группа для жильцов расположена в северной части здания, оборудованная тамбуром. Внутренние коридоры для жильцов не связаны с офисными помещениями [3].

Данные по планировочным решениям сведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные по планировочной структуре

№	Наименование	Количество	Ед. изм.
1	Этажность здания	35	эт.
1.1	– технические этажи	2	эт.
1.2	– жилые этажи	32	эт.
1.3	– арендованные и общественные этажи	1	эт.
2	Площадь здания	63000	м <sup>2</sup>
3	Строительный объем	203500	м <sup>3</sup>
4	Арендуемая зона	908	м <sup>2</sup>
5	Общественная и тех. зона	530	м <sup>2</sup>
6	Жилая зона на один этаж		
6.1	– жилая площадь квартир	802,8	м <sup>2</sup>
6.2	– общая площадь квартир	1161,9	м <sup>2</sup>

Доступ на крышу возможен с трех лестниц. Организован внутренний отвод атмосферных осадков с плоской кровли с использованием водоприемных воронок В-1. Ограждение крыши – металлические парапеты высотой 1,5 м.

Конструктивная система здания – ствольно-каркасная. Она представляет собой систему, состоящую из монолитного железобетонного ствола жесткости в центральной части здания и сетки вертикальных и горизонтальных несущих элементов, представленных колоннами и монолитными плитами перекрытия.

Конструктивная схема здания – рамно-связевая: монолитный железобетонный каркас с жесткими узлами соединения колонн и монолитных железобетонных перекрытий и монолитными железобетонными стенами (диафрагмами) жесткости – лестничные, лифтовые узлы и отдельные стены жесткости. Колонны приняты прямоугольного сечением равным 600×600 мм.

Общая устойчивость и жесткость здания обеспечивается совместной работой вертикальных элементов каркаса (колонн, стен и диафрагм жесткости) и горизонтальных монолитных железобетонных дисков перекрытия.

Ядро жесткости монолитное железобетонное, расположено в центре здания. Все остальные элементы каркаса крепятся к этому ядру жесткости.

В железобетонном ядре жесткости находятся лестничные клетки, лифты, шахта инженерного оборудования [4].

Следующим этапом данной работы будет выполнение пространственного расчета каркаса запроектированного здания и определение эффективных конструктивных решений, удовлетворяющих требованиям надежности и комфорта.

### Список литературы

1. Более 9500 архангелогородцев будут переселены в новое жилье [Электронный ресурс]: [https://gkh.dvinaland.ru/news/boleee\\_9500\\_arkhangelogorodtsev\\_budut\\_pereseleny\\_v\\_novoe\\_zhile/](https://gkh.dvinaland.ru/news/boleee_9500_arkhangelogorodtsev_budut_pereseleny_v_novoe_zhile/) (Дата обращения 30.01.2020)
2. Дубынин Н.В. «Многолучевые высотные здания в жилищном строительстве», журнал: «Высотные здания» № 2/07. Стр. 78-81. [Электронный источник]: <http://tallbuildings.ru/ru/archive> (Дата обращения 30.01.2020)
3. Анна Северенчук «Высотное жилое строительство в Москве [Электронный источник]: [https://www.forma.spb.ru/Arch\\_project/visotnoie-jiloe-stroitelstvo.shtml](https://www.forma.spb.ru/Arch_project/visotnoie-jiloe-stroitelstvo.shtml) (Дата обращения 31.01.2020)
4. Шуплецов В.Ж., Дектерев С.А. Высотное здание / Пособие по проектированию. – Екатеринбург: УралГАХА, 2013, 38 с.

**Цыкарев А.Н.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
leantey@gmail.com

Научный руководитель: Половинкина Ю.С., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и высокопроизводительных вычислений

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ КОМПАНИИ**

Акционерное общество «Троица» (г. Северодвинск) – большой производственный комплекс, созданный для хранения и накопления нефти и продуктов ее переработки, оснащенный современным оборудованием, собственным судном-танкером, высококвалифицированным персоналом как в административно-управленческом корпусе, так и в рабочих должностях. ОА «Троица» обладает необходимыми лицензиями и сертификатами на все виды выполняемых работ и является лидером по перевалке нефтепродуктов в Архангельской области. Предприятие осуществляет заправку гражданских судов и военных кораблей, хранение светлых и тёмных нефтепродуктов, занимается перевалкой нефтепродуктов, дизеля и бензина, производит проверку и перевозку любого вида нефтепродуктов. Отдельное направление деятельности предприятия – это постройка и установка резервуаров для хранения нефтепродуктов.

Использование распределённой системы резервного копирования в комплексе АО «Троица» позволит осуществить:

- резервное копирование рабочего сервера резервуаров нефтебазы;
- резервное копирование бухгалтерского учёта;
- учёт измененных документов за день, неделю, месяц, год;
- хранение и запись реестра за день, неделю, месяц, год;
- расширение системы на другие сервера;
- автоматический запуск по расписанию;
- ведение журнала событий;
- поддержку многопоточности и многоядерности;
- поддержку AVX инструкций, благодаря платформе .NET;
- сохранение резервных копий на съёмный носитель или облачный диск.

Принцип работы распределённой системы резервного копирования состоит в том, что резервная копия создаётся при помощи двух или более персональных компьютеров. Программа должна создавать большой архив из выбранных для резервной копии данных, осуществлять поиск дубликатов и после этого создавать новый архив как со старыми, так и с новыми данными. Удобство данной системы состоит в том, что не требуется большой вычислительной мощности и от персональных компьютеров, и

от серверов. Но распределённая система – это не только большое количество компьютеров, мощность которых объединена в общую. Это еще и правильная настройка обмена данными между всеми частями распределённой системы. Опишем возможные пути модернизации системы резервного копирования.

Для увеличения скорости создания резервной копии можно использовать удалённые компьютеры, которые также объединены в сеть. Для подключения удалённой распределённой сети требуется правильная формулировка задания, чтобы компьютеры из разных сетей не делали одинаковую работу, и после сбора информации от всех источников не произошла ошибка или не увеличилось время создания копии. Если система поддерживает обработку потока информации в несколько потоков, то для увеличения скорости создания копии требуется выделить индивидуальное задание для каждого потока, при этом длина каждого задания должна быть примерно одинаковой.

Рассмотрим возможность внедрение системы в 1С:Бухгалтерия. На рис. 1 представлена схема создания резервной копии на распределённой системе с выбором места сохранения итогового архива.

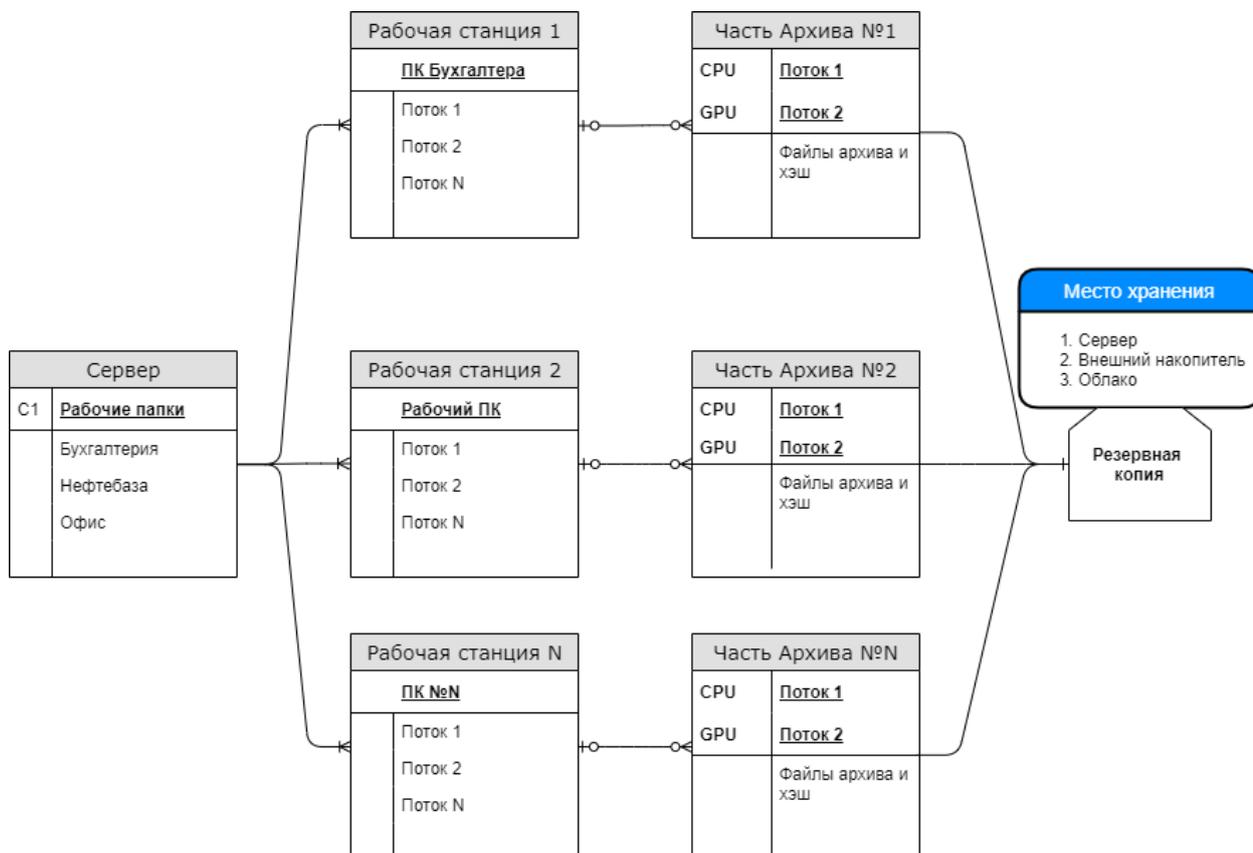


Рис. 1. Схема создания резервной копии на распределённой системе с выбором места сохранения итогового архива

Способы оптимизации процесса резервного копирования:

- оптимизировать передачу более крупных файлов на более производительные рабочие станции;
- распределение нагрузки между потоками;
- хранение частей архивов в локальной сети.

Использование AVX инструкций вместо устаревших SSE 4.x позволит в разы увеличить производительность программного обеспечения. Серверные и профессиональные процессоры компании Intel имеют поддержку AVX-512 FMA. Intel® Advanced Vector Extensions 512 (AVX-512) имеют новые расширения набора команд, имеющие максимально широкие возможности векторных операций (512 бит) с использованием до 2 команд FMA (Fused Multiply Add) для повышения производительности наиболее ресурсоемких вычислительных задач. Два таких модуля по производительности превышают любой процессор без AVX инструкций.

Преимущества AVX инструкций над SSE:

- аппаратное использование векторных значений, вплоть до 512 бит.
- увеличение производительности программного обеспечения в несколько раз по сравнению с процессором аналогичной мощности, но без AVX инструкций;
- поддержка любого количества ядер и потоков (официально поддерживается 1024 ядра и 2048 на одной рабочей станции);
- меньшее количество действий для совершения операций, так как последующие одинаковые операции выполняются быстрее из-за кеширования в L2 cach'e.

Благодаря возможностям языка программирования C# [3] возможна интеграция выгрузки файлов в облачные сервисы. Поэтому задачи, возникающие при резервном копировании, могут обрабатываться на удалённых серверах или рабочих станциях.

Возможны следующие схемы организации работы распределенной системы резервного копирования. На сервере с рабочими папками создается задание, которое рассылается на рабочие станции, каждая станция делает обработку и определяет, какие файлы следует обновить или добавить в резервную копию, отправляет свои результаты на сервер, на котором уже происходит непосредственно само резервное копирование.

Также существует второй вариант резервного копирования для большого количества удалённых станций, когда вся информация собирается на один сервер. Каждая рабочая станция создает свою резервную копию и отправляет её хешированную версию на сервер, с которого в дальнейшем можно восстановить каждую созданную резервную копию при потере любой из сохраняемых рабочих станций.

На рис. 2 показана схема передачи информации с удалённых станций и создания общей резервной копии.

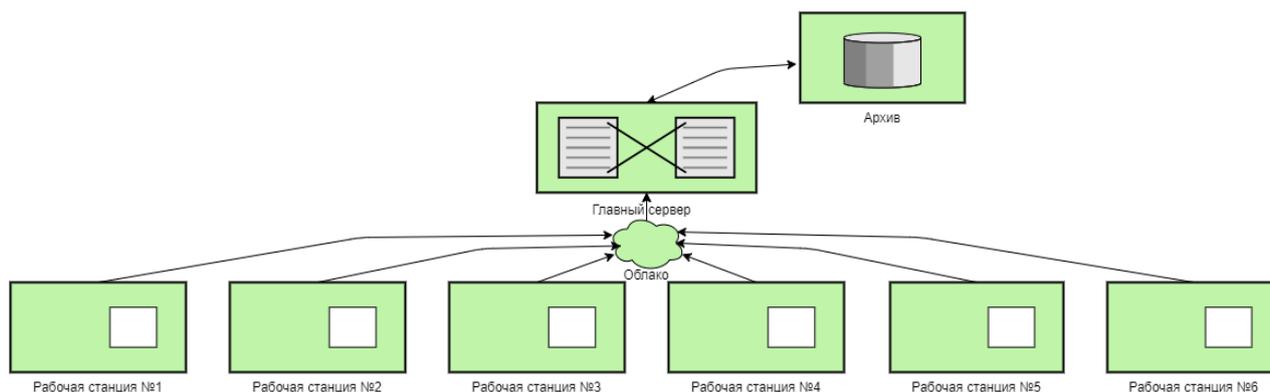


Рис. 2. Схема передачи информации с удалённых станций и создание общей резервной копии

Для АО «Троица» решение проблемы резервирования удалённых рабочих станций является актуальной. Поэтому внедрение функции сбора данных для резервных копий с рабочих станций на один сервер упростит работу системного администратора и позволит в случае необходимости в оперативном порядке восстановить файлы или всю удалённую систему, а также переместить её на новое рабочее место.

### Список литературы

1. Ускорьте выполнение ресурсоемких рабочих нагрузок Intel® Advanced Vector Extensions 512 (Intel® AVX-512) [Электронный ресурс] // Корпорация Intel: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/architecture-and-technology/avx-512-overview.html>, свободный (дата обращения: 23.03.2019). – Загл. с экрана.

2. Распределённая система управления Текст научной статьи по специальности «Компьютерные и информационные науки» Ягьяева Л.Т., Перухин М.Ю., Обади Абдулфаттах ЖУРНАЛ Вестник Казанского технологического университета [2013] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspredeleonnaya-sistema> (дата обращения: 23.03.2020). – Загл. с экрана.

3. Работа с потоками в C# [Электронный ресурс] // журнал RSDN Magazine: [офиц. сайт] / RSDN Magazine – Russian Software Developer Network – сообщество русскоговорящих разработчиков программного обеспечения. Главной целью создателей сайта было компенсировать нехватку русскоязычных материалов по программированию для Windows. – Москва, [2017]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://rdsn.org/article/dotnet/CSThreading1.xml>, свободный (дата обращения: 23.03.2020). – Загл. с экрана.

**Цыпнятов И.И., Ярков Д.А.**

студенты высшей школы энергетики нефти и газа, [ilya.tsypniatov@list.ru](mailto:ilya.tsypniatov@list.ru),  
[shkedw@yandex.ru](mailto:shkedw@yandex.ru).

Научные руководители: Попов А.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники; Любов В.К., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой теплоэнергетики и теплотехники

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

В данной работе проводились исследования физико-механических свойств гидролизного лигнина, при формировании из него гранул, для дальнейшего эффективного сжигания. Был проведен ряд экспериментов, для фракций 0–500 мкм, 500–1000 мкм, 1000–2000 мкм и 2000–4000 мкм на ручном прессе и получены зависимости коэффициента Пуассона и коэффициента сжимаемости от давления прессования. Были получены эмпирические уравнения для определения коэффициента Пуассона и коэффициента сжимаемости в зависимости от давления прессования, что поможет в дальнейшем определять эти значения по полученным зависимостям. Эксперименты проводились с силой от 200 кгс, то есть  $\approx 39$  МПа до 700 кгс или  $\approx 135$  МПа, нижняя граница обусловлена тем, что при меньшем давлении не удавалось достичь формирования гранулы, которая бы не разрушалась при измерении, при требуемой массе навески. Верхняя граница обусловлена пределом прочности механизма экспериментальной установки. Требуемая масса навески в свою очередь обусловлена расположением датчика радиального усилия в установке для проведения опытов, то есть при меньшей массе, длина гранулы в фильере была бы не достаточна для снятия показаний с датчика. Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рис. 1 [1]. Стенд состоит из матрицы

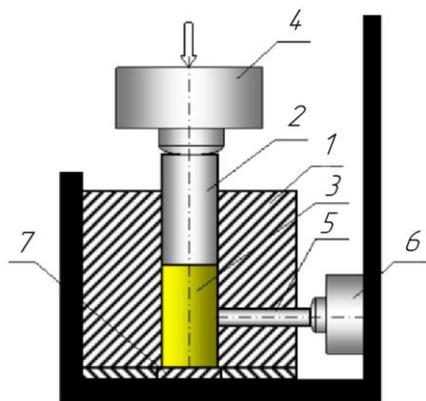


Рис. 1. Принципиальная схема стенда для определения коэффициента Пуассона

1, в фильере (диаметр 8,06 мм) которой с помощью плунжера 2 прессуется гранула 3. Усилие прессования определяется с помощью датчика силы 4. Сила, с которой гранула давит на боковую поверхность фильеры, через пуансон 5 (диаметр 4,90 мм) передается на датчик силы 6. Оба датчика прошли тарировку. Под матрицей установлена подложка 7, с центральным отверстием. Коэффициент Пуассона  $\nu$ , определяется через отношение давлений, действующих на гранулу в осевом и радиальном направлениях, в данном случае выражение для определения коэффициента Пуассона принимает вид [1],

$$v = \left( \frac{D_o}{D_r} \right)^2 \frac{F_r}{F_o}, \quad (1)$$

где  $D_o$  – диаметр фильеры,  $D_o = 8,06$  мм;  $D_r$  – диаметр пуансона,  $D_r = 4,90$  мм;  $F_r$ ,  $F_o$  – радиальная и осевая сила соответственно, Н.

Измерения проводились с шагом в 100 кгс, на каждой из величин нагрузки измерения проводились три раза, для увеличения точности проводимого исследования.

По результатам 23 серий опытов был получен массив данных, на основе которого построены графические зависимости и аппроксимирующие уравнения регрессии, описывающие влияние давления прессования на физико-механические свойства прессуемого сырья.

На рис. 2 представлен график зависимости коэффициента Пуассона от давления прессования.

На рис. 3 представлен график коэффициента сжимаемости от давления прессования.

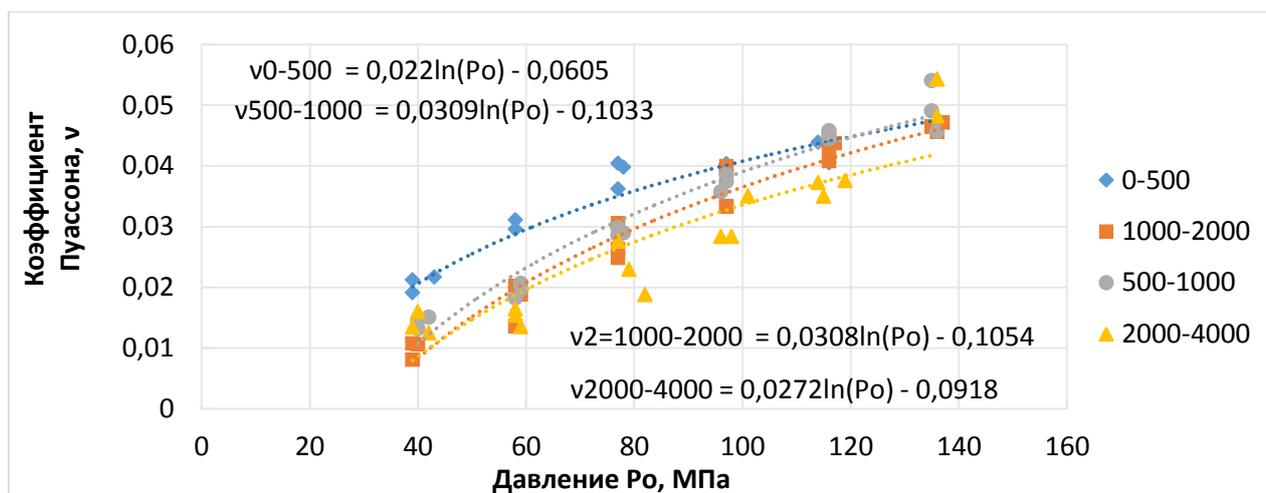


Рис. 2. Зависимость коэффициента Пуассона от давления прессования

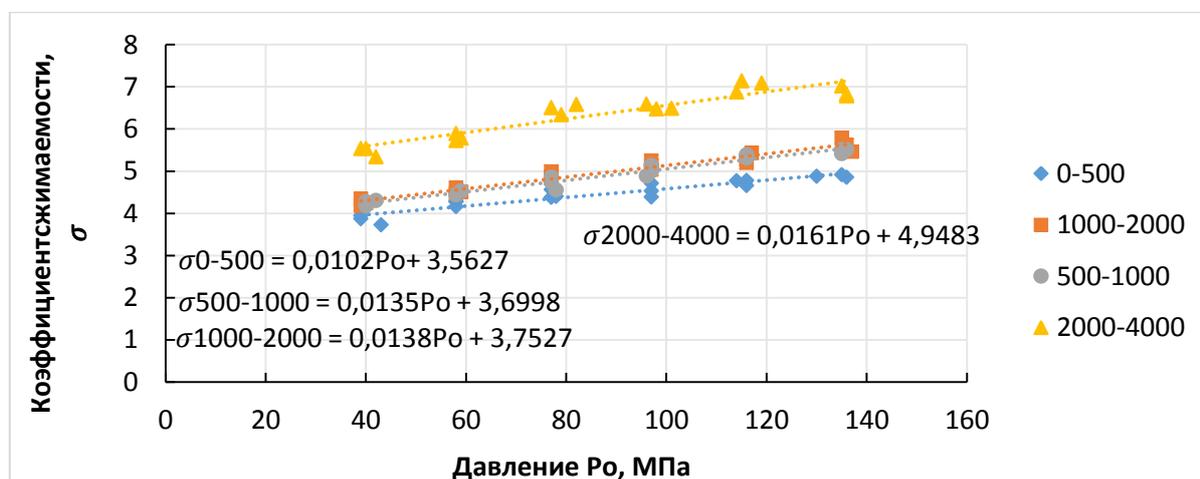


Рис. 3. Зависимость коэффициента сжимаемости от давления прессования

Расчеты осуществлялись по следующим формулам

Плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho = \frac{4m_{\text{гр}}}{\pi D_0^2 l}, \quad (2)$$

где  $m_{\text{гр}}$  – масса гранулы, кг;  $l$  – длина, занимаемая материалом в фильере, м.

Коэффициент сжимаемости  $\sigma$

$$\sigma = \frac{\rho_{\text{гр}}}{\rho_0}, \quad (3)$$

где  $\rho_{\text{гр}}$  – кажущая плотность гранулы, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_0$  – насыпная плотность исходного сырья, кг/м<sup>3</sup>.

График, приведённый на рис. 2, показывает следующие: коэффициент Пуассона возрастает при уменьшении размера частиц. При малых давлениях (от 40 до 80 МПа) коэффициент Пуассона, для фракции 0–500 мкм, значительно отличается от остальных, в  $\approx 2$  раза.

График, приведённый на рис. 3, показывает следующие: коэффициент сжимаемости возрастает при увеличении размера частиц, коэффициенты сжимаемости фракций размером 0–500 мкм, 500–1000 мкм и 1000–2000 мкм отличаются незначительно при малых давлениях (от 40 до 80 МПа). Коэффициент сжимаемости фракции 2000–4000 мкм, отличается от остальных в  $\approx 1,5$  раза.

Полученные зависимости позволяют определять коэффициент Пуассона и коэффициент сжимаемости в диапазоне давлений прессования от 40 до 140 МПа, для дальнейшего использования их при проектировании матриц пресс-грануляторов. Коэффициент сжимаемости может быть использован для дальнейшего исследования процесса формирования гранул из гидролизного лигнина.

### Список литературы

1. Ярков Д.А., Попов А.Н. Исследование физико-механических характеристик биомасс. Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: материалы II Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (25–28 марта 2018 года). Архангельск: САФУ, 2018, – С. 182–185.
2. Попов А.Н., Любов В.К., Мюллер О.Д., Попова Е.И. Тензометрические исследования процесса прессования древесных гранул на грануляторе с плоской матрицей // Вестник ЧГУ. Научный журнал. Технические науки. 2015, № 8. – С. 14–18.
3. Попов А.Н., Любов В.К., Мюллер О.Д., Попова Е.И. Математическая модель и процесс производства древесного гранулированного топлива // Химия твердого топлива. 2016, № 2. – С. 38–45.
4. Lyubov V.K., Popova E.I., Popov A.N. Torrefaction of Hydrolytic Lignin. Solid fuel chemistry, 2018, vol. 52. № 4. pp. 230-239. DOI: 10.3103/S0361521918040079

**Чернышева Е.В., Чесноков Г.С.**

студенты Высшей школы энергетики нефти и газа, [tchernysheval@yandex.ru](mailto:tchernysheval@yandex.ru),  
[glebasila29rus@mail.ru](mailto:glebasila29rus@mail.ru)

Научный руководитель: Штаборов Д.А., старший преподаватель кафедры геодезии и земельного кадастра

## АНАЛИЗ ВЕТХОГО И АВАРИЙНОГО ЖИЛЬЯ

Одной из важнейших составляющих социально-экономической сферы является жилищный фонд – совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации [1]. Он характеризует качество жизни населения региона. Несоответствие установленным санитарным и техническим правилам и нормам приводит к целому ряду отрицательных социальных тенденций

Проживание людей в аварийном жилищном фонде негативно сказывается на их самочувствии, а также отражается на демографии региона. Ветхое и аварийное жилье сопряжено с низким уровнем благоустройства, следовательно, создается неравенство доступа граждан к ресурсам городского хозяйства, что, в свою очередь, снижает возможность их использования.

Целью нашей работы является статистический анализ ветхого и аварийного жилья в городе Архангельск. Мы хотим показать актуальность данной темы для нашего города, т.к. по состоянию на март 2020 года в городе наблюдается большое количество деревянных жилых домов, не удовлетворяющих требованиям жилищного фонда Российской Федерации. Анализ проводился методикой сводки и группировки материалов статистического наблюдения. Мы провели исследование жилищного фонда в районе ул. Урицкого – проспект Обводный канал – ул. Воскресенская – ул. Набережная Северной Двины, чтобы выявить процент ветхого и аварийного жилья в данном квартале (рис. 1).

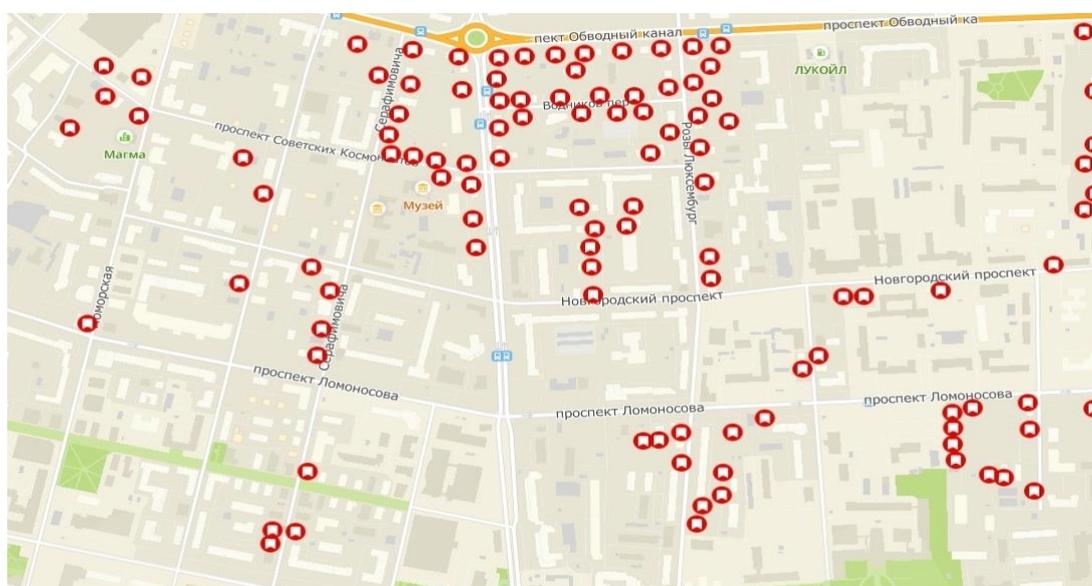


Рис. 1. Старые деревянные дома на карте Архангельска

Для наглядности наших наблюдений все постройки обозначены на карте флажком.

Следующая наша цель – собрать сведения о деревянных зданиях в обозначенном районе для определения капитальности каждого из них (рис. 2). Капитальность – это характеристика здания, зависящая от материалов основных конструкций (фундаментов, стен и перекрытий), определяющая долговечность здания. Именно она поможет нам определить, соответствуют ли исследуемые дома требованиям жилищного фонда Российской Федерации. Обратимся к сайту ДОМ.МИНЖКХ, чтобы узнать интересующую нас информацию о каждом здании [2].

Для наглядности внесем данные в таблицы Microsoft Excel.

Адрес дома	Год постройки	Несущие стены	Фундамент	Перекрытия	Крыша
ул Серафимовича, 11	1996	Деревянные	Бетонные столбы	Деревянные	Скатная
ул Розы Люксембург, 8	1994	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Серафимовича, 9	1992	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Урицкого, 31	1979	Деревянные		Деревянные	
ул Розы Люксембург, 46к2	1964	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
проспект Советских Космонавтов, 46	1963	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
проспект Новгородский, 23	1961	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
проспект Новгородский, 25	1961	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
проспект Советских Космонавтов, 48	1961	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Серафимовича, 54 / проспект Советских Космонавтов, 50	1961	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Серафимовича, 56	1961	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Розы Люксембург, 28/проспект Новгородский, 36	1960	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Розы Люксембург, 34	1960	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Серафимовича, 58	1960	Деревянные	Бетонные столбы	Деревянные	Скатная
проспект Новгородский, 8к1	1959	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
проспект Советских Космонавтов, 49к1	1959	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная
ул Володарского, 53	1959				
ул Выучейского, 45/ проспект Советских Космонавтов, 42	1957	Деревянные	Свайный	Деревянные	Скатная

Рис. 2. Данные жилищного фонда

Исходя из полученной информации определяем капитальность каждого дома. Для ее определения обращаемся к ресурсу «БАУРУМ» [3].

На основе данных была создана диаграмма структуры деревянного жилищного фонда (рис. 3), которая показывает процентное соотношение домов по состоянию на март 2020 года.



Рис. 3. Процентное соотношение зданий в зависимости от общего физического износа

На рисунке хорошо заметно, что только 3 % домов отвечают требованиям жилищного фонда Российской Федерации. Это говорит нам об острой необходимости проведения мероприятий по переселению из ветхого и аварийного жилья в районе ул. Урицкого – проспект Обводный канал – ул. Воскресенская – ул. Набережная Северной Двины города Архангельск, а также о низких темпах сноса и вывода из эксплуатации таких зданий и отсутствии или недостаточных объемах капитального ремонта.

#### Список литературы

1. Жилищный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 06.02.2020) – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/c7b7d54bb98fd39daf4b04c73897fa605287818d/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/c7b7d54bb98fd39daf4b04c73897fa605287818d/)
2. ДОМ.МИНЖКХ. Информация о домах в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dom.mingkh.ru/>
3. БОУРУМ.РУ. Капитальность, общий срок службы и периодичность ремонта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://baurum.ru/library/?cat=build\\_works&id=651](http://baurum.ru/library/?cat=build_works&id=651)

#### Шаршов И.Ю.

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем, [sharshov-ivan@yandex.ru](mailto:sharshov-ivan@yandex.ru)

Научный руководитель: Половинкина Ю.С., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и высокопроизводительных вычислений

#### ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВЫХ БЕЗЪЕ

Во многих отраслях используются механизмы, выполняющие перемещение рабочих органов в пространстве. В зависимости от типа решаемой задачи, на систему позиционирования накладываются различные требования по точности, как во время движения, так и после него.

Для решения задачи перемещения рабочего органа зачастую используют простой алгоритм линейного ускорения, например, если отсутствует обратная связь с рабочим органом, которая бы позволяла отслеживать ошибку позиционирования. В других же случаях прибегают к алгоритмам с обратной связью, которые с одной стороны требуют наличия измерительного узла, но с другой стороны позволяют эффективно гасить колебания системы, сводя ошибку позиционирования к минимуму. Поэтому исследования по разработке алгоритмов стабилизации введутся преимущественно в этой области. Так, например, в 2003 году производились исследования по стабилизации перевернутого маятника [0]. Позднее стали использоваться алгоритмы, использующие генетические и нейросетевые компоненты подбора параметров фильтров для уменьшения ошибки позиционирования. Ярким примером служат разработки А. Зушьяр и М. Шейди [2].

Однако, несмотря на всю привлекательность такого подхода, существуют кинематические системы, на которых установка различных измерительных систем невозможна. К тому же большинство систем измеряют ошибку позиционирования близко к направляющей движения, следовательно, ближе к рабочему органу все же идет накопление ошибки. Для решения этой проблемы строится математическая модель, в которой используется уравнение параметрической кривой в координатах скорости и времени  $V(q)$ . Данная кривая задается уравнением Безье третьей степени вида (1), определяемое четырьмя полюсами  $P_0, P_1, P_2, P_3$ , два из которых известны и имеют координаты  $P_0(0, v_{min})$  и  $P_3(t_{двиг}, v_{max})$ .

$$V(q) = (1 - q)^3 P_0 + 3e(1 - q)^2 P_1 + 3e^2(1 - q) P_2 + q^3 P_3. \quad (1)$$

Кривая Безье в модели используется по следующим причинам:

1. она непрерывна в диапазоне  $q \in [0,1]$ ;
2. инвариантна относительно аффинных преобразований;
3. производные, проведенные в начале и конце кривой, коллинеарны прямым  $P_0P_1$  и  $P_2P_3$  соответственно [3].

Для упрощения вычислений проведено масштабирование кривой  $V_n(q)$  так, чтобы известные полюса имели координаты  $P_0(0,0)$ ,  $P_4(1,1)$ . Таким образом, уравнение кривой  $V_n(q)$  принимает вид

$$V_n(q) = 3q(1 - q)^2 P_1 + 3q^2(1 - q) P_2 + q^3. \quad (2)$$

Для нахождения оставшихся точек  $P_1$  и  $P_2$  используются следующие условия:

1. прямые  $P_0P_1$  и  $P_2P_3$  должны быть параллельны, так как приращение скорости в начале и конце фазы ускорения должно стремиться к нулю для уменьшения биения;
2. максимальное приращение скорости по времени ограничено;
3. максимальная скорость также ограничена.

Исходя из данных условий, экспериментально подобраны точки  $P_1(0.3,0)$  и  $P_2(0.3,1)$ . Соответствующий график кривой (2) приведен на рис. 1.

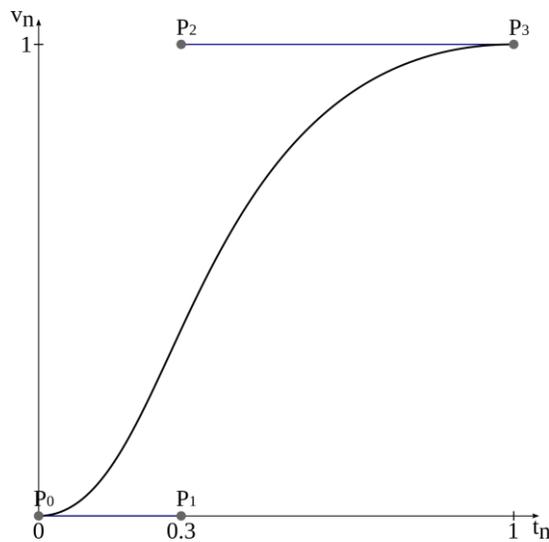


Рис. 1. График функции Безье с подобранными координатами полюсов

Для дальнейшего нахождения численного решения построим массив значений коэффициентов скоростей данной кривой размером  $n$ , равномерно распределенный по координате  $t_n$  в диапазоне  $[0,1]$ . Соответствующие значения скорости для кривой  $B_n(q)$  обозначим  $v_{ni}$ ,  $i = \overline{0, n}$ . Для восстановления графика кривой Безье в координатах  $t$  и  $v$  необходимо найти время движения, ускорение и коэффициент, на который надо умножить значения скорости в массиве. Для этого используются формулы (3)–(6).

$$\varphi = \arctg[tg(\max(B_n'))], \quad (3)$$

$$k = \frac{a_{max}}{\max(B_n')}, \quad (4)$$

$$v_i = v_{ni} \cdot k \cdot \cos\varphi, \quad (5)$$

$$t = k \cdot \sin\varphi, \quad (6)$$

где  $a_{max}$  – максимальное линейное ускорение.

Перемещение рабочего органа механизма выполняется с допущением, что в каждый момент времени платформа движется равномерно и прямолинейно. Таким образом, можно численно вычислить перемещение  $S$  по формуле (7) и реализовать простое управление скоростью на микроконтроллере

$$S = t \sum_{i=0}^n v_i. \quad (7)$$

После этого производится перемещение платформы со скоростью согласно найденным значениям скорости  $v_i$ . Время движения с одной скоростью – это общее время движения, деленное на  $n$ . Полученный график зависимости скорости от времени изображен на рис. 2.

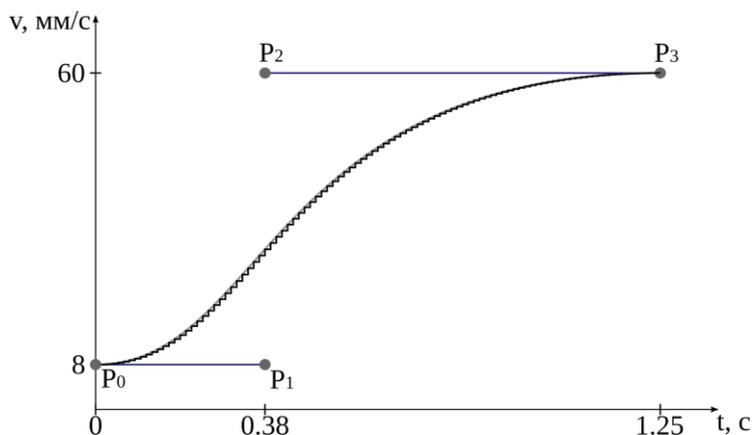


Рис. 2. График скорости, используемый для эксперимента

Для оценки качества позиционирования и общей скорости перемещения проведен эксперимент на платформе с маятником, который использовался в качестве рабочего органа робота (рис. 3). В ходе эксперимента производилось перемещение рабочего органа на 150 мм с ограничением максимальной скорости 60 мм/с. При этом производился замер угла отклонения маятника с использованием мобильного приложения Rhyphox [4]. Результатом эксперимента является максимальный угол отклонения маятника от положения покоя, зафиксированный во время и после перемещения.

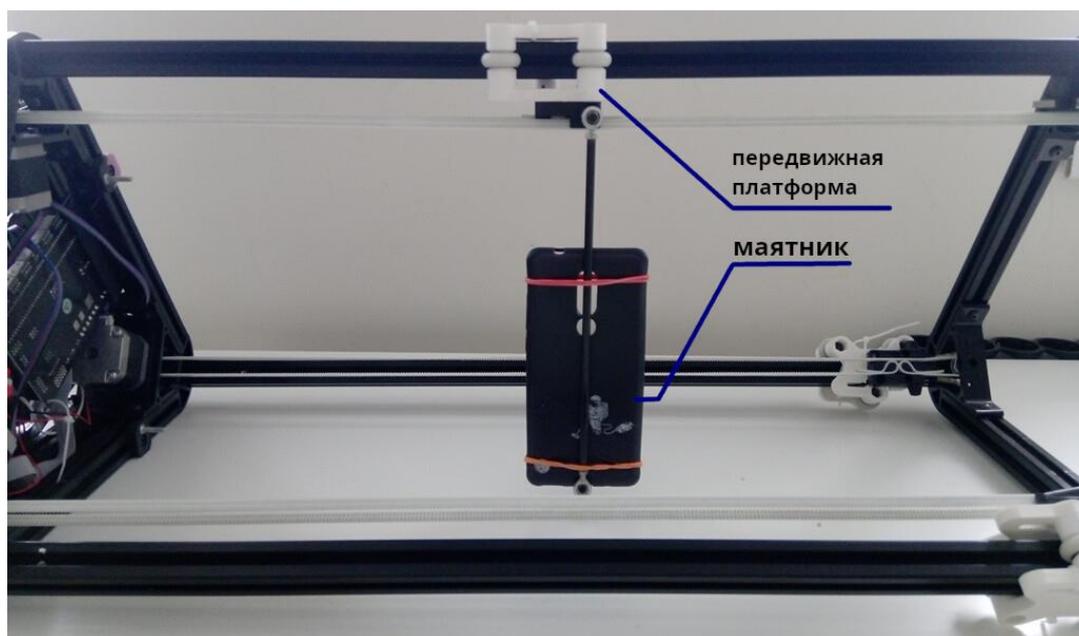


Рис. 3. Лабораторная установка для тестирования алгоритмов ускорения

Количество значений скорости для нелинейного алгоритма  $n$  было выбрано 100. Ускорение линейного алгоритма было подобрано так, чтобы время движения было аналогично времени передвижения по алгоритму с кривой Безье. Результаты эксперимента приведены в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Результаты тестирования качества позиционирования

№	Нелинейный алгоритм	Линейный алгоритм (30 мм/с <sup>2</sup> )
1	0,08	0,15
2	0,09	0,16
3	0,08	0,14
4	0,09	0,16
5	0,09	0,15
6	0,09	0,15
7	0,07	0,16
8	0,09	0,18
9	0,09	0,16
Среднее	0,09	0,16

По результатам тестирования сделан вывод о том, что при сопоставимом времени перемещения рабочего органа алгоритм, использующий кривую Безье, позволяет увеличить точность позиционирования системы. Таким образом, сохраняя исходные показатели точности для уже существующих систем, можно повысить их скоростные характеристики, тем самым ускоряя соответствующие производственные процессы.

### Список литературы

1. M. Bugeja Non-Linear Swing-Up and Stabilizing Control of an Inverted Pendulum System [Electronic resource] / M. Bugeja // Eurocon. – 2003. – DOI: 10.1109/EURCON.2003.1248235, free access (07.03.2019).
2. A. Houshyar Optimization of Nonlinear Motion Cueing Algorithm based on Genetic Algorithm [Electronic resource] / A. Houshyar, M. Shady, Z. R. Delpak, N. Saeid // Vehicle System Dynamic. – 2015. – DOI: 10.1080/00423114.2014.1003948, free access (07.03.2020).
3. Григорьев М.И. Полиномы Бернштейна и составных кривых Безье [Электронный ресурс] / М.И. Григорьев, В.Н. Малоземов, А.Н. Сергеев // Вычислительная математика и математическая физика. – 2006. – DOI: 10.1134/S0965542506110042, free access (07.03.2020).
4. Phyphox [Electronic source] : [official cite] / The 2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen University. – Electronic data – [Aachen] : The 2nd Institute of Physics of the RWTH Aachen University, 2008–2020. – free access (07.03.2020).

**Шкулева Р.А.**

студент Высшей школы информационных технологий и автоматизированных систем,  
r.shkuleva@mail.ru

Научный руководитель: Казнин А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В МАЛЫХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Информационные технологии оказали значительное влияние на современный период жизни человека во многих сферах человеческой деятельности, в том числе и в сфере здравоохранения. Через специалистов медицинских учреждений проходит большое количество информации. И можно с уверенностью сказать, что качество медицинской помощи, а так же общий уровень жизни населения в стране зависят от того, насколько грамотно и эффективно эта информация используются медицинскими работниками.

С каждым годом рынок новых технологий развивается всё стремительнее, именно этим обусловлено появление большого количества медицинских информационных систем, созданных для автоматизации деятельности медицинских учреждений.

Медицинские информационные системы (МИС) предназначены с целью автоматизации документооборота в лечебно-профилактических учреждениях. МИС сделали работу врачей и специалистов значительно эффективнее, ведь теперь им не надо тратить время на ведение медицинских карточек, запись пациентов на прием и обслуживание пациентов по талончикам, заполнение статистических и финансовых отчетов, а так же составление графика работы специалистов и кабинетов. Всё вышеперечисленное стало вестись не ручным трудом, а посредством информационных технологий. Это значительно изменило все протекающие бизнес-процессы в медицинских учреждениях.

По поручению В.В. Путина 31 октября 2019 Минздрав до 15 апреля 2020 года обязан обеспечить постепенный переход на ведение медицинской документации в электронной форме [1], а до этого в 2016 году в Российской Федерации был сформирован ГОСТ Р 52636-2006, регламентирующий параметры электронной медицинской карты пациента [2]. После этого количество медицинских учреждений, предпочитающих осуществлять медицинскую документацию в электронном виде, стало значительно больше, а следовательно, и количество самих медицинских информационных систем возросло.

С точки зрения автоматизации бизнес-процессов в сфере здравоохранения основным направлением является система учета документооборота. Точная организация документооборота гарантирует полноту и оперативность получения нужной информации для деятельности компа-

нии и отдельных лиц, что в целом увеличивает эффективность работы всего медицинского учреждения.

Однако все еще в некоторых медицинских учреждениях, особенно в небольших, автоматизация присутствует на минимальном уровне, большинство видов работ с документами производятся вручную, что приводит к наличию следующих проблем:

- запись и резерв места в медицинском учреждении отнимают много времени, так как производятся только через администратора;
- расписание работы специалистов и кабинетов ведется на бумажном носителе;
- информация о получателях социальных услуг и специалистах хранится на бумажном носителе, что затрудняет поиск той или иной информации;
- информация о приемах, в том числе диагнозах и лечении пишется на небольших листах, которые часто теряются, что препятствует отслеживанию динамики лечения;
- рукописные отчеты отнимают большую часть времени специалистов.

Данные проблемы решаются с помощью внедрения информационных технологий в медицинское учреждение. Сегодня для автоматизации документооборота используются различные программные решения, например такие как: MedWork, Инфоклиника, MEDODS, Medesk, Clinic365 и т. д [3].

В табл. 1 приведен анализ 5 наиболее известных конкурентных МИС, описание которых есть в открытом доступе.

Таблица 1

Сравнительный анализ МИС

Наименование МИС	Характеристика	Преимущества	Недостатки
MEDODS	МИС нового поколения сочетает в себе инновационный подход к медицине и удобство в использовании, благодаря понятному интерфейсу. В системе присутствуют как основные функции: онлайн-запись, ЭМК, лаборатория и кассы, так и современные маркетинговые функции: sms-уведомления и напоминания, онлайн-консультирование, а так же база пациентов по 30 параметрам. Стоимость МИС составляет от 3900 руб.	Имеет такие преимущества, как: - SMS, e-mail, viber рассылки; - онлайн запись на приём к специалисту; - гибкие и легкие стандарты протоколов; - электронная мед. карточка пациента; - создание и редактирование отчётов; - интеграция со всеми модулями; - контроль сотрудников; - низкая стоимость и быстрая окупаемость.	Избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия.

Наименование МИС	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Medesk	<p>Данная МИС – это администрирование частной клиникой посредством инновационных технологий медицинской направленности.</p> <p>Стоимость МИС определяется по запросу.</p>	<p>Имеет такие преимущества, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- автоматизация регистратуры;</li> <li>- управленческая отчетность;</li> <li>- CRM для клиники;</li> <li>- протоколы осмотров;</li> <li>- складской учет;</li> <li>- онлайн касса и финансы;</li> <li>- SMS уведомления;</li> <li>- дистанционная деятельность по обслуживанию пациентов</li> </ul>	<p>Избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия</p>
Clinic365	<p>МИС обладает понятным интерфейсом и возможностью выстроить индивидуальный план работы с пациентом. То есть в мед. карте содержатся предпочтения пациента, его вкусы, история контактирования и передвижений, а так же медицинская информация о нем.</p> <p>Стоимость МИС от 25 тыс. руб.</p>	<p>Имеет такие преимущества, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электронная мед. карточка пациента;</li> <li>- автоматическое расписание работы медицинского учреждения и специалистов;</li> <li>- медицинский документооборот;</li> <li>- CRM для клиники;</li> <li>- высокая техническая поддержка продукта</li> </ul>	<p>Избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия</p>
Инфоклиника	<p>МИС способна создать структурированное информационное пространство медицинской клиники. Эта функция будет удобна и эффективна как пациентам, так и руководству учреждения.</p> <p>Стоимость МИС от 25 тыс. руб.</p>	<p>Имеет такие преимущества, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- простое и оперативное подключение клиники к серверам;</li> <li>- минимальные требования к требуемому оборудованию;</li> <li>- нулевое администрирование;</li> <li>- статистические отчеты через Яндекс.метрику</li> </ul>	<p>Избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия</p>
MedWork	<p>Профессиональная МИС, разработанная компанией Master Lab для решения комплекса лечебных и управленческих задач, стоящих перед медицинскими учреждениями.</p> <p>Стоимость МИС от 69 900 руб.</p>	<p>Имеет такие преимущества, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- e-mail-информирование пациентов;</li> <li>- интеграция с телефонией;</li> <li>- взаимодействие с другими учреждениями по ОМС;</li> <li>- автоматизация регистратуры;</li> <li>- печать листов нетрудоспособности;</li> <li>- учет препаратов и расходников</li> </ul>	<p>Избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия и очень высокая стоимость обслуживания</p>

Объем функционала играет основную роль при анализе МИС. Поэтому можно сделать вывод, что все вышеперечисленные системы имеют избыточный функционал, который не нужен для малого предприятия, а внедрение таких информационных систем – процесс долгий, который может занимать до нескольких лет.

Кроме того, стоит отметить, что автоматизация документооборота является затратной. Начальная стоимость таких систем составляет около 500 тыс.руб, а вместе с расходами на обучение персонала и ежемесячную поддержку продукта – в несколько раз больше. Для малых предприятий стоимость современных систем учета может быть достаточно высокой, поэтому логично, что такие системы могут позволить себе только крупные учреждения. Но важно то, что у малых медицинских организаций сегодня возрастает потребность в МИС, т.к. наличие электронной медицинской карты и подсистемы «регистратура» повышает уровень эффективности организации и является сильным конкурентным преимуществом среди медицинских учреждений.

Для разработки информационной системы нужно определиться с системой управления базами данных (СУБД).

В табл. 2 представлен сравнительный анализ СУБД [4, 5].

Таблица 2

Сравнительный анализ СУБД

Характеристики	СУБД		
	MySQL	PostgreSQL	SQLite
Стоимость	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно
Управление правами доступа пользователей	Да	Да	Нет
Запись больших объемов данных	Да	Да	Нет
Хостинг с поддержкой	Легко найти	Сложно найти	Легко найти
Производительность	Высокая	Средняя	Высокая
Безопасность данных	Да	Да	Да
Простота в использовании	Да	Нет	Да

Таким образом, можно сделать вывод, что сейчас на рынке не существует полностью подходящих медицинских информационных систем для малого предприятия, и наиболее оптимальным выбором для разработки информационной системы для медицинского учреждения является СУБД MySQL, т.к. именно эта СУБД является самой распространенной, обладающей богатым функционалом, высокой безопасностью и производительностью.

## Список литературы

1. ГОСТ Р 52636-2006 Национальный стандарт Российской Федерации [Электронный источник] – Режим доступа: <http://resortsoft.ru/publications/gost52636.html> – Дата обращения 10.02.2020
2. Данные CNews Analytics [Электронный источник] – Режим доступа: [https://www.cnews.ru/news/top/2019-12-16\\_prezident\\_poruchil\\_perejti](https://www.cnews.ru/news/top/2019-12-16_prezident_poruchil_perejti) – Дата обращения 15.03.2020
3. Обзор МИС [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://symmetria-med.Ru/blog/obzor-meditsinskih-informatsionnyh-sistem-mis-v-2019-godu.html>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. с экрана.
4. СУБД [Электронный ресурс] Режим доступа <https://it-black.ru/primery-sistem-upravleniya-bazami-dannykh/>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. с экрана.
5. Обзор СУБД [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018003362>, свободный (дата обращения: 10.03.2020). – Загл. с экрана.

### Щеголихина Ю.Б.

студентка Высшей инженерной школы, [julia.schegolihina@yandex.ru](mailto:julia.schegolihina@yandex.ru)

Научный руководитель: Заручевных И.Ю., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. НОВОДВИНСК

Согласно Федеральному Закону № 384 от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» жизненный цикл здания или сооружения – это период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения. Из данного определения видно, что основой продолжительной эксплуатации, проектирование экономически выгодных и надежных фундаментов, применение в процессе возведения основной «коробки» здания местных строительных материалов зависит от качества выполненных инженерных изысканий и изученности геологических условий площадки строительства. Одним из основных требований, отраженных в статье 15 данного закона является обязательное проведение геологических изысканий.

Целью инженерно-геологических изысканий является обоснование выбора оптимального варианта строительства и изучение условий взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой.

Ученых и исследователей с давних лет интересует геологическое строение окружающих территорий. Ранее такие исследования проводились в основном для определения мест залегания полезных ископаемых. Сейчас же, современные нормы требуют проведение инженерно-геологической разведки на начальных этапах строительства.

На кафедре инженерной геологии, оснований и фундаментов высшей инженерной школы Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова уже несколько десятков лет проводятся работы по обобщению и анализу геологического строения территории Архангельской области, городов Архангельска, Северодвинска, а с 2017 года и г. Новодвинска.

Каждый из перечисленных городов имеет свою градообразующую историю для всей области. Отличительной особенностью Новодвинска является расположение на половине территории города целлюлозно-бумажного комбината, одного из крупнейших производителей картона в Российской Федерации. Геологические условия селитебной территории города достаточно детально описаны в публикациях [0, 2, 3].

Материалы геологических изысканий промышленной части города рассматривались в отделе «Ремонтно-строительного управления» ОАО «Архангельского целлюлозно-бумажного комбината». По более чем 65 геологическим отчетам было отобрано несколько десятков скважин, имеющих достаточную информацию для дальнейшей обработки (рис. 1).



Рис. 1. План промышленной территории города с обозначением скважин и построенных инженерно-геологических разрезов

После анализа выявлено 5 характерных типов грунтов – инженерно-геологических элементов:

1 – техногенные грунты ( $t_{IV}$ ) – по составу крайне неоднородны, представлены песками мелкими, суглинками, строительным мусором, щебнем, шлаком, золой, илом мощность ( $h$ ) изменяется в пределах 0,3...9,7 м;

2 – биогенные грунты ( $b_{IV}$ ) – представлены торфами коричневыми малоразложившимися четвертичного периода со свойствами:  $\rho = 1,01...1,13 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_s = 1,56...2,06 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 1,73...2,43$ ,  $e = 3,98...5,3$ , мощностью  $h = 0,2...4,4$  м;

3 – аллювиальные ( $a_{III}$ ) – представлены суглинками различной консистенции, супесями и песками мелкими и пылеватыми;

4 – ледниковые ( $g_{III}$ ) – представлены двумя разновидностями грунтов: глинистые – суглинками с содержанием гравия и гальки до 10 %, пластичными и текучими супесями, песчаные – пылеватыми и мелкими песками;

5 – морские ( $m_{III}$ ) – глинистыми грунтами – суглинками от мягкопластичной до полутвердой консистенции с прослойками песка пылеватого и глинами.

Физико-механические свойства характерных грунтов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства глинистых грунтов

Свойства		Суглинок		Глина
		$a_{III}$	$g_{III}$	$m_{III}$
физические	$\rho$	1,48...1,81	1,72..2,08	1,57...1,61
	$\rho_s$	2,44...2,61	2,09..2,72	1,99..2,01
	$W$	0,35...0,87	0,19..0,23	0,25...0,26
	$W_p$	0,27...0,79	0,16...0,30	*
	$W_L$	0,41..0,93	0,17...0,33	*
	$I_p$	0,13...0,16	0,07...0,13	*
	$I_L$	0,57...0,65	0,21...0,62	0,15...0,41
	$e$	0,55...2,07	0,48..0,70	0,7...0,73
Деформационно-прочностные	$E$	3,30...5,80	15,0..24,0	16,0..34,0
	$\varphi$	13,5...24,3	13,0..28,0	18,0...19,0
	$c$	16,8...23,4	15,0...35,0	25,0...34,0

\* – Данные отсутствуют в отчетах.

Выявленные инженерно-геологические элементы по разновидностям и происхождению позволили построить два инженерно-геологических разреза I-I в II-II, охватывающих всю промышленную территорию города (рис. 1) и выполнить в соответствии с ними районирования территории по типам оснований. Пять типов грунтов образуют два типа оснований. Границы их распространения показаны на рис. 2. Классификация по типам напластования (С и D) промышленной территории продолжает классификацию селитебной части города [3].

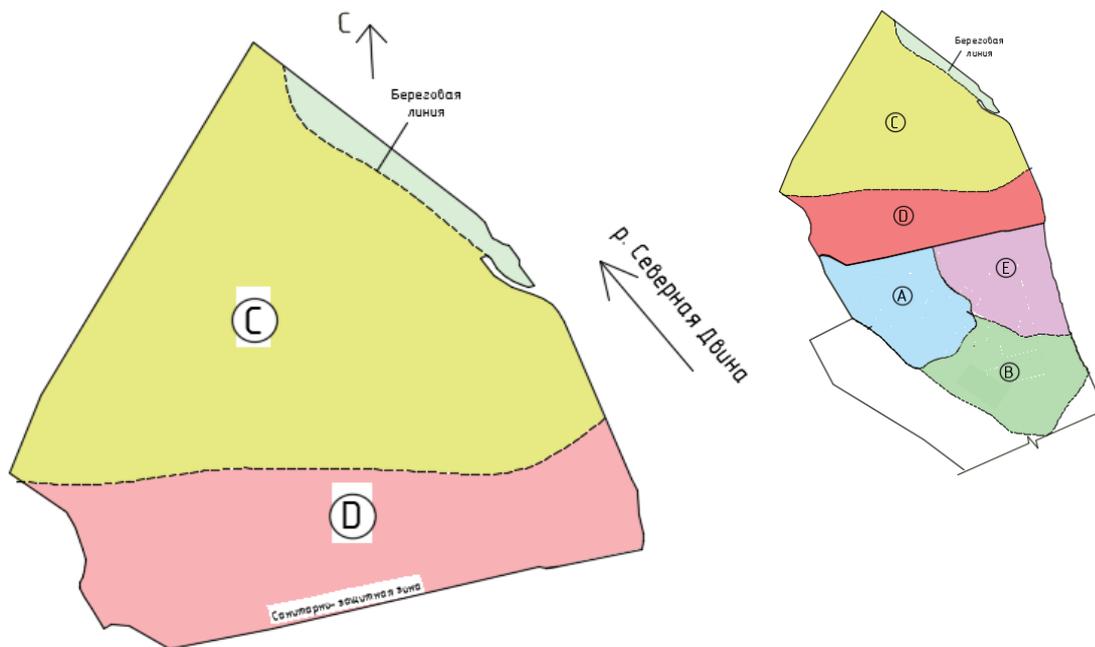


Рис. 2. Карта районирования территории по типам оснований

Тип основания «С» занимает 65,5 %, основания «D» – 34,5 % территории комбината. Характерное напластование грунтов можно наблюдать на рис. 3, 4 соответственно для типа «С» и типа «D».

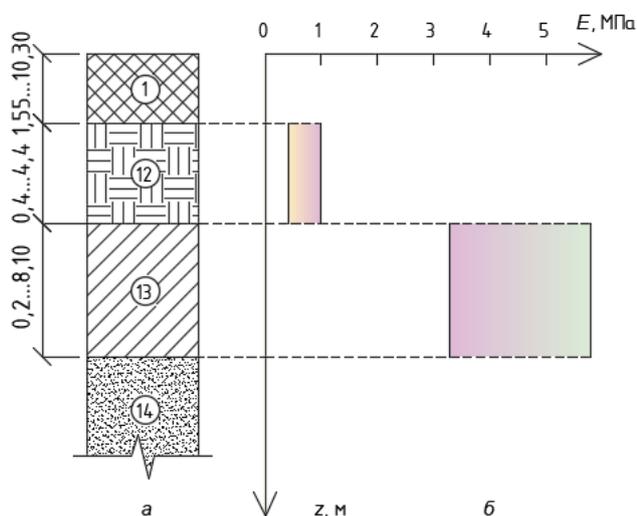


Рис. 3. Тип основания «С»: а – напластование грунтов; б – интервал значения модуля деформации грунтов

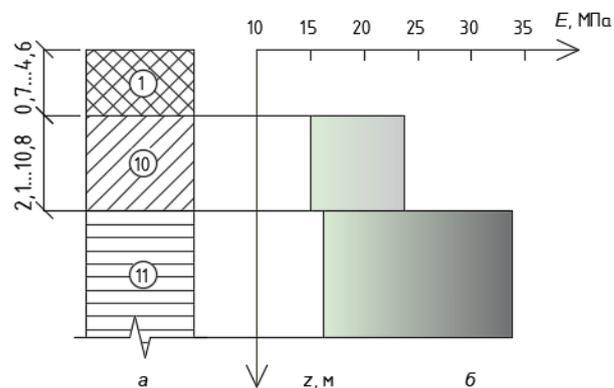


Рис. 4. Тип основания «D»: а – напластование грунтов; б – интервал значения модуля деформации грунтов

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

– в северной части территории комбината залегает торф и суглинки аллювиального происхождения, обладающие низкими механическими свойствами;

– на южной территории промышленной части города в верхнечетвертичном отделе распространены прочные и слабдеформируемые ледниковые суглинки с включениями гравия и гальки, подстилающий слой представлен глиной морского происхождения прослойками пылеватого песка.

### Список литературы

1. Щеголихина, Ю.Б., Олейник, Д.Н. Обзор инженерно-геологических условий г. Новодвинска, [Электронный ресурс]/ Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2017: сборник материалов конференции сост. Ю.С. Кузнецова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносов. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2017. – С. 2314–2319.

2. Щеголихина Ю.Б. Современное представление о геологическом строении четвертичных отложений Новодвинска, [Электронный ресурс] / Геология в развивающемся мире, Сборник научных трудов по материалам XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Том II. – Электронные текстовые данные. – Издательский центр, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 315–318.

3. Заручевных И.Ю., Щеголихина Ю.Б. Особенности геологических условий селитебной территории г. Новодвинск, Инженерные задачи: проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]: сб. материалов Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. Высшей школы САФУ / сост. Морозова М.В., Аксенов С.В.; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2019. – С. 75–78.

#### Элент О.М.

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, [olegelent@gmail.com](mailto:olegelent@gmail.com)

Научный руководитель: Звездин Д.С, старший преподаватель кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений

### ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЗАБУРИВАНИЯ БОКОВОГО СТВОЛА

На данный момент технология бурения боковых стволов скважин является одним из наиболее эффективных и действенных методов для интенсификации добычи и восстановления работоспособности скважин, при их малой стоимости зачастую достигается тот же эффект что и при бурении новых скважин благодаря чему ЗБС считается инвестиционно-привлекательной технологией.

Решение о проведении ЗБС принимаются исходя из уже имеющихся и полученных данных ГИС,ГДИС, темпах отбора, и о нынешней системе разработки.

Эта технология позволяет восстановить работоспособность аварийных скважин с сохранением материнского пласта, исправить дефекты эксплуатационной колонны или ее части, разработать ту часть остаточных запасов, которая находится на границе пласта, где бурение дополнительной скважины является экономически нецелесообразным, помогает уйти от фронта обводнения путем бурения горизонтального ствола, а также перейти на выше или ниже лежащие горизонты.

Для начала определяются скважины-кандидаты для ЗБС. Затем рассматривается один или несколько вариантов ЗБС. В качестве критерия выбора профилей принято считать форму профиля бокового ствола, радиус искривления при выходе на горизонталь и угол охвата искривленного участка.

Выделяют несколько профилей бокового ствола:

- 1) Горизонтальный.
- 2) С зенитным углом менее  $60^\circ$  (вертикальная)
- 3) С зенитным углом более  $60^\circ$  (пологая).

Так, после выбора скважин-кандидатов, выбирается наиболее подходящий профиль БС. Как показала практика, наиболее выгодным является ствол, с углом проходки менее  $60^\circ$ . Его выгоднее всего использовать там, где наблюдается низкая обводненность и высокая проницаемость, а основной флюид-нефть.

В зонах, где помимо нефти присутствуют и другие флюиды (вода, газ) целесообразнее проводить боковые стволы с горизонтальной проходкой и длиной горизонтального участка от 100 до 200 м на расстоянии 3–4 м от ГНК и ВНК.

В случае с высокообводненной залежью также проводят горизонтальный профиль с длиной участка до 600 м, либо пологий с длиной участка до 400 м. Таким образом, такие БС позволяют извлечь ранее незадействованные участки залежи. В тех случаях, когда поинтервальная разработка пласта невозможна, проводится пилотная вертикальная проходка, в результате которой, при исследовании методами ГИС и ГДИС делается вывод о возможности дальнейшей проводки скважины. Если толщина пласта незначительна, то чаще всего проводят пологий БС, который пересекают всю залежь.

В нефтяных залежах с низкой добычей также используется 3й тип зарезки бокового ствола с учетом проведения поинтервального ГРП. Если же ГРП не предусмотрен планом работ, то в этом случае эффективной является горизонтальная проходка с длинного горизонтального участка до 300 м.

При проектировании горизонтальной части бокового ствола также необходимо учитывать в последующем бурение боковых стволов и из других скважин.

При строительстве БС, в основном, используются несколько конструкций забоев скважин:

1. Закрытая, со сплошным цементированием эксплуатационной колонны.
2. Открытая, с фильтрами из перфорированных обсадных труб.
3. Открытая, с установкой башмака в кровле продуктивного пласта и пакерованием ее в башмаке.

При ЗБС фрезерование секции чаще всего нецелесообразно и вместо него применяют технологии вырезания «окна», т. к.:

1. Геолого-литологический состав пород интервала ЗБС. При фрезеровании колонны предпочтительно иметь глинистые или песчаные породы напротив места фрезерования, тогда, как при вырезании окна состав пород не имеет значения.

2. Влияние качества цементирования. Так, на вырезание окна качество цементирования обсадной колонны в интервале зарезки БС не оказывает значительного эффекта, тогда как при фрезеровании колонны показание цементометрии должно составлять не менее 70 %.

3. Также при фрезеровании к промывочным жидкостям предъявляют особые требования, так как объем фрезеруемого металла в несколько раз больше, чем при вырезании окна, в связи с чем возникает проблема с выносом стружки, образованной фрезерованием колонны.

4. Забурка бокового ствола при использовании клина-отклонителя практически в 100 % случаев заканчивается успешно, и является технологической операцией с вырезанием окна в колонне. При фрезеровании секции, забурка-отдельная операция, которая напрямую зависит от вышеизложенных факторов.

5. Операции фрезерования секции обсадной колонны, в основном, дороже операции по вырезанию окна.

ЗБС из обсадной колонны по одной из трех схем:

1. Через щелевидное окно в обсадной колонне со стационарного клина-отклонителя
2. С помощью стационарного или съемного клина-отклонителя в интервале вырезанного участка обсадной колонны
3. Турбинными отклонителями в интервале вырезанного участка обсадной колонны

*Выбор интервала зарезки бокового ствола скважины*

Определения места и технологии зарезки бокового ствола включает несколько этапов:

- 1) Выбор оптимального интервала с учетом геолого-литологических свойств разреза (глинистые или песчаные пропластки)

- 2) Для максимального использования длины основной колонны, окно должно располагаться на возможно большей глубине, в зоне, где есть

цементное кольцо, но на 30–50 м выше верхнего края аварийного инструмента.

3) Необходимо определить место по телу трубы в интервале зарезки между муфтами обсадной колонны.

4) Если конструкция скважины предусматривает несколько колонн, то интервал для зарезки предпочтительнее выбирает из условия расположения только 1 колонны.

5) Интервал необходимо выбирать так, чтобы в месте зарезки не находились проявляющие или поглощающие горизонты.

Основываясь на всех вышеперечисленных факторах, определяют оптимальный интервал и проектируют профиль бокового ствола скважины

#### *ЗБС через щелевидный вырез*

Забуривание через щелевидный вырез в колонне проводят в 3 этапа. На первом этапе устанавливают клин-отклонитель либо сажая на якоря, либо устанавливая на цементный мост. Чаще всего используют стационарные отклонители, которые фиксируются в колонне путем установки на искусственно созданный забой (цементный мост или металлический забой). Для того чтобы определить ориентацию отклонителя в скважине на колонну наносятся метки (визированный спуск) либо используют гироскопические иклинометры малых диаметров.

Затем проводят фрезерование специальными райберами, в основном, типа ФРС № 1, 2, 3. ФРС № 1 прорезают отверстие в колонне, ФРС № 2 позволяет расширить уже имеющееся отверстие, ФРС № 3 предназначен для обработки и калибровки выреза. После обработки и калибровки выреза проводят забурку дополнительного ствола. На данный момент используются фрезер-райберы типа ФРЛ, РПМ и которые позволяют прорезать «окно» в колоннах за один спуско-подъем, они отличаются наличием цилиндрической режущими частями.

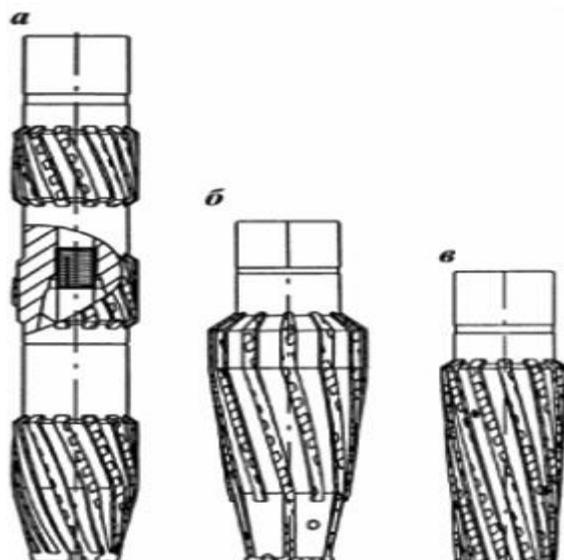


Рис. 1. Типы фрезер-райберов: а – Тип ФРЛ; б – тип РПМ в – тип ФРС

### *ЗБС роторным способом*

При бурении роторным способом создается сплошной вырез, который облегчает забуривание БС, но, в тоже время, ослабляет колонну. Область выреза необходимо дополнительно закрепить цементированием. Таким образом наличие цементного моста позволяет проводить как забуривание с клина-отклонителя, так и без него. Распространено ЗБС со съёмных клиньев и шарнирных отклонителей.

Также, как и в предыдущем варианте, устанавливается клин-отклонитель. Затем, на бурильных трубах спускают уипсток и направляющую трубу с шарошечным долотом и производят забуривание нового ствола.

Шарнирный отклонитель применяют реже, так как его использование подразумевает бурение БС с цементного моста.

### *Технология ЗБС при помощи забойных двигателей*

При разработке и на начальных этапах использовались технологии турбинных отклонителей для забуривания бокового ствола с цементного моста с одним и двумя перекосами осей. (переводник с углом перекоса 2° и два искривления корпуса 2° и 1°)

После того, как участок колонны вырезан, интервал промывают до полной очистки от продуктов фрезерования. Проводят дополнительное крепление обсадной колонны и повторно разбуривают цементный мост до места выреза. Спускают отклоняющую компоновку и ориентируют визирированием при спуске. Для более тщательной проработки интервала инструмент периодически отрывают от забоя и прорабатывают интервал. Периодический отбор шлама и его анализ позволяет определить успешность забурки.

Стадия забуривания считается завершённой, если профиль бокового ствола совпадает с проектным профилем. Основной целью забуривания бокового ствола является создание нового направленного ствола в пределах вырезанного участка колонны.

### **Список литературы**

1. Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И., Гераськин В.Г. Строительство наклонных и горизонтальных скважин. – М.: Издательство Недр, 2000. – 262 с.
2. Калинин А.Г. Бурение нефтяных и газовых скважин : учебник для вузов / А.Г. Калинин. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 848 с. – ISBN 978-5- 902665-33-5
3. Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации справочное пособие в 6 томах. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2000-2004. – Т. 1–6.
4. Булатов А.И., Просёлков Е.Ю., Просёлков Ю.М. Бурение горизонтальных скважин: справочное пособие. – Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2008. – 419 с.

5. Булатов А.И., Просёлков Ю.М. Справочник по бурению горизонтальных скважин: справочное пособие. – Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2008. – 354 с.
6. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2010. – 539 с.
7. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2010. – 522 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин в 4 томах. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2012–2015. – Т. 1–4.
9. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» в 4 томах: учебное пособие. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2013–2014. – Т. 1–4.

### **Юрьев И.С.**

студент Высшей энергетики, нефти и газа, 424934043@rambler.ru

Научный руководитель: Баланцева Н.Б., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ДЕТСКОМ ДОШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ АСКУЭ**

**Обоснование цели и актуальности исследования.** В виду непростой экономической ситуации, сложившейся в последнее время, проблема энергосбережения в бюджетных организациях (в частности, в детских дошкольных учреждениях) приобрела особый смысл.

Снизив затраты на бюджетные организации за счёт внедрения энергосберегающих мероприятий, позволит государству значительно сэкономить денежные ресурсы, задействовав их в отраслях экономики страны.

Кроме того, актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения энергосберегающих технологий в системах электроснабжения всех типов согласно требований [1].

Целью работы является выбор и обоснование типа системы АСКУЭ для непосредственного применения в системах электроснабжения детских дошкольных учреждениях.

**Изложение основного материала.** Автоматическая система контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ) является инновационным современным решением вопросов учёта и контроля потребления электроэнергии.

В работе система АСКУЭ должна оптимизировать электропотребление детского дошкольного образовательного учреждения также за счёт установки лимитов электропотребления.

Помимо этого, потребителям детского дошкольного образовательного учреждения, совместно с внедрением в их сетях системы АСКУЭ, предоставляется непосредственная возможность использования многотарифного учёта электроэнергии, что также оптимизирует электропотребление в их системах электроснабжения за счёт переноса максимальной нагрузки в то время суток, когда оплата за потреблённую электроэнергию будет минимальной.

Например, мощные нагревательные приборы систем нагрева воды и отопления лучше включать в то время, когда действует минимальный тариф на электроэнергию.

Известно, что есть два варианта принципиального построения систем АСКУЭ: первый вариант – это классическая система АСКУЭ, представляющая собой сложную систему, непосредственно нуждающейся в постоянном мониторинге и качественном обслуживании.

Основными элементами этой системы являются приборы учета, линии связи, машины для обработки информации.

Вместо счетчиков могут использоваться датчики, подключаемые к системе через аналогово-цифровые преобразователи.

Также можно применять классические индукционные приборы, но для них потребуются установка специальных считывающих устройств.

Второй вариант заключается в использовании интеллектуальных электронных счетчиков, обладающих широкими возможностями.

Второй вариант перспективен, однако данная система не приспособлена для современной.

Поэтому в работе для выполнения поставленных задач контроля и учёта электроэнергии потребителей детского дошкольного образовательного учреждения принимается первый (классический) вариант построения системы АСКУЭ с использованием электронных счётчиков.

Также системы АСКУЭ позволяет минимизировать коммерческие потери электроэнергии, которые часто возникают в системах электроснабжения потребителей детского дошкольного образовательного учреждения в результате краж и недоучёта электроэнергии.

В [1] рассмотрена возможность использования математической модели, в основе которой лежит закон сохранения энергии, т.е. для любого периода времени работы энергосистемы выполняется закон сохранения энергии:

$$W_{\text{под}} = W_{\text{пот}} + \Delta W, \quad (1)$$

где  $W_{\text{под}}$  – объем электроэнергии, подведенный к электрической сети;  $W_{\text{пот}}$  – объем электроэнергии, отпущенный потребителям;  $\Delta W$  – потери электроэнергии в электрической сети.

При этом значение технических и коммерческих потерь электроэнергии определяется как:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{ТЕХ}} + \Delta W_{\text{КОМ}}, \quad (2)$$

где  $\Delta W_{\text{ТЕХ}}$  – технические потери электроэнергии;  $\Delta W_{\text{КОМ}}$  – коммерческие потери электроэнергии.

Оценка погрешности показаний измерительной системы определяется по следующей формуле:

$$F = \sum_{i=1}^N a_i (W_i^{\text{расч}} - W_i^{\text{изм}})^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

где  $W_i^{\text{расч}}$  – расчётная величина значения потреблённой электроэнергии  $i$ -го счётчика;  $W_i^{\text{изм}}$  – реальная величина значения потреблённой электроэнергии  $i$ -го счётчика, полученная непосредственно в результате проведения измерений;  $k$  – суммарное количество счётчиков в схеме;  $a_i$  – значения весовых коэффициентов.

Весовые коэффициенты в выражении (3) принимаются обратно пропорциональными дисперсиям ошибок измерений.

Схему электрической сети можно представить в виде графа, в котором линии электропередачи и трансформаторы являются его ребрами, а электростанции и подстанции – узлами.

Составляется система уравнений, в которой каждое слагаемое представляет собой выполнение первого закона Кирхгофа для расчетных потоков энергии, т.е.:

$$\sum_{j=1}^N W_{ij}^p = W_i^p, \quad (4)$$

где  $W_i^p$  – расчетное значение узловой электроэнергии;  $W_{ij}^p$  – расчетное значение потока электроэнергии в искомой ветви;  $N$  – число узлов схемы.

Решение уравнения (4), при котором обеспечивается минимум данной функции:

$$CW_{ij}^p = B \quad (5)$$

В результате в системе локализуются узлы с наибольшими значениями коммерческих потерь электроэнергии.

Все перечисленные ранее в работе мероприятия такого рода позволяют также непосредственно повысить точность измерения электроэнергии [2].

Учитывая приведённые аспекты, в работе предлагается применение электронного счётчика «Меркурий», который входит в систему АСКУЭ (описана далее).

Счетчик «Меркурий» обладает преимуществами по сравнению с аналогичными инновационными приборами, а именно:

- высокая надежность;
- компактность;
- высокая точность;
- незначительная чувствительность к изменениям температуры окружающей среды;
- возможность непосредственной передачи информации по каналам без участия как потребителя, так и энергоснабжающей организации;
- возможность учёта многотарифных абонентов.

Такая система без участия энергоснабжающей организации в автоматическом режиме отключать питание потребителю случае, если превышены лимит энергопотребления или допустимых потерь электроэнергии.

Последний аспект возможно использовать для оптимизации электропотребления в системе электроснабжения потребителей детского дошкольного образовательного учреждения.

Структурная схема АСКУЭ, предлагаемая для использования в системе электроснабжения детского дошкольного образовательного учреждения, приведена на рис. 1.

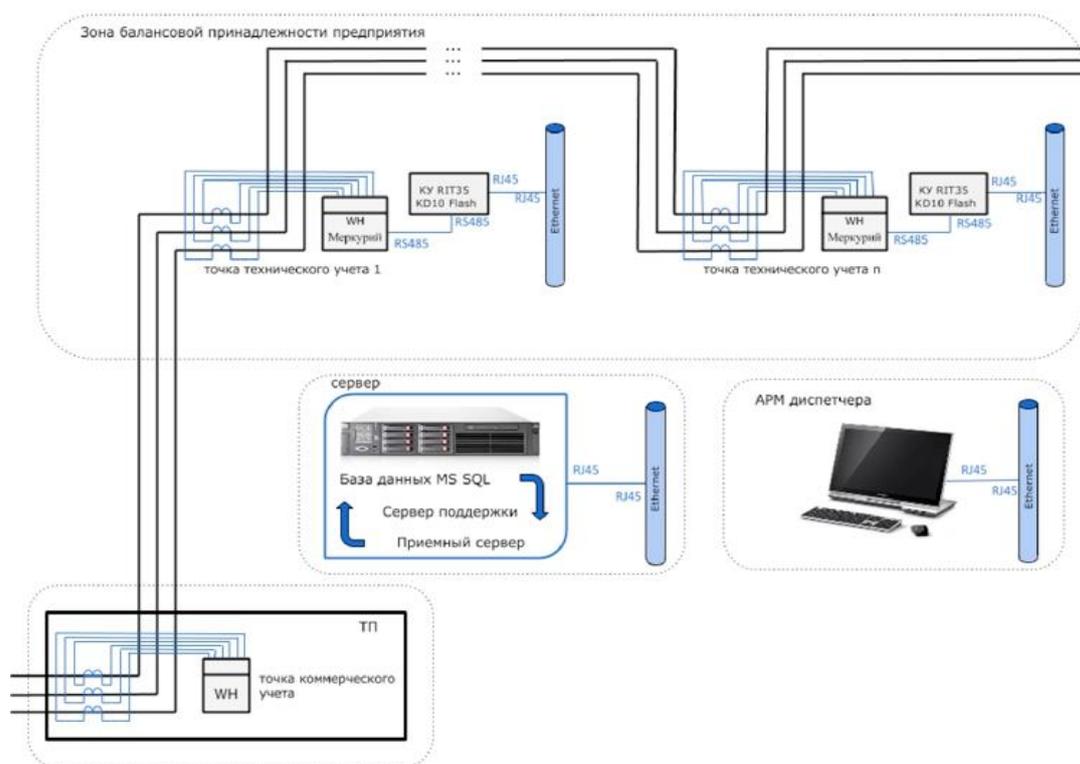


Рис. 1. Структурная схема АСКУЭ, предлагаемая для использования в системе электроснабжения детского дошкольного образовательного учреждения

Электронные реле, приведённые на рис. 1, непосредственно реализуют поставленную задачу управления дифференцированными по времени суток тарифов на электроэнергию, а также лимитами энергопотребления и допустимых потерь электроэнергии.

**Выводы.** В результате проведённого анализа, обоснована целесообразность и эффективность применения системы АСКУЭ первого варианта с дифференцированными тарифами по времени суток в системе электроснабжения детского дошкольного образовательного учреждения.

Показано, что внедрение указанной системы АСКУЭ позволит непосредственно повысить точность измерения электроэнергии, уменьшить энергопотребление за счёт включения мощных электроприёмников во время действия минимального тарифа, значительно снизить несанкционированные подключения и кражи электроэнергии, оптимизировать потребление электроэнергии за счёт установки лимитов энергопотребления.

В качестве системы АСКУЭ для применения в детских дошкольных образовательных учреждениях, предложена АСКУЭ с использованием электронного счётчика «Меркурий» удовлетворяющая всем поставленным требованиям.

#### Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // РД РАО «ЕЭС России». М.: Министерство энергетики, 2013. 632 с.
2. Системы АСКУЭ. Режим доступа: <http://neogroup.uz/sistemi-askue>. Дата обращения: 21.03.2020 г.
3. Счётчики «Меркурий». Режим доступа: <https://schetchiki.com.ua/schetchiki-elektroenergii/merkurij-20122-detail>. Дата обращения: 21.03.2020 г.