

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ  
СОВЕТ РЕКТОРОВ ВУЗОВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ  
СОВЕТ ДИРЕКТОРОВ ССУЗОВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Амурский государственный университет» Минобрнауки России (ФГБОУ ВО «АмГУ»)
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Благовещенский государственный педагогический университет» Минобрнауки России (ФГБОУ ВО «БГПУ»)
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России  
(ФГБОУ ВО Амурская ГМА)
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный государственный аграрный университет» Минсельхоза России  
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)
- Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище  
имени Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского» Минобороны России (ДВОКУ)
- Государственное профессиональное образовательное автономное учреждение Амурской области  
«Амурский колледж строительства и жилищно-коммунального хозяйства» (ГПОАУ «АКСИЖКХ»)
- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ФГБНУ ВНИИ сои)
- ФГБУН «Институт геологии и природопользования  
Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИГиП ДВО РАН)
- Федеральное государственное научное учреждение  
«Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт» (ФГБНУ ДальЗНИВИ)
- Федеральное государственное научное учреждение  
«Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»  
(ФГБНУ ДальНИИМЭСХ)
- ФГБНУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» (ДНЦ ФПД)

## МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ

### Материалы XXI региональной научно-практической конференции (Благовещенск, 20 мая 2020 г.)

#### Том 4

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

БЛАГОВЕЩЕНСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
Дальневосточного государственного аграрного университета  
2020

### Состав организационного комитета конференции

- Председатель оргкомитета – ТИХОНЧУК Павел Викторович, Председатель Совета ректоров вузов Амурской области, ректор ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, д-р с.-х. наук, профессор;
- Сопредседатели оргкомитета: ЯКОВЛЕВА Светлана Вячеславовна, Заместитель председателя Правительства – министр образования и науки Амурской области;
- ЗАБОЛОТСКИХ Татьяна Владимировна, Ректор ФГБОУ ВО Амурская ГМА Минздрава России, д-р мед. наук, профессор

### Члены оргкомитета:

- ЛЕИФА Андрей Васильевич, врио ректора ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», д-р пед. наук, профессор;
- САЯПИНА Ирина Юрьевна, проректор по научной работе и инновационному развитию ФГБОУ ВО Амурская ГМА Минздрава России, д-р биол. наук, доцент;
- БАРБАРИЧ Александр Александрович, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», канд. биол. наук;
- СЕНЧИК Александр Васильевич, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», канд. биол. наук, доцент;
- РУКОСУЕВ Владимир Михайлович, заместитель начальника ФГКВБОУ ВО «Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского» по учебной и научной работе, канд. воен. наук, доцент, полковник;
- ПЕРЕЛЬМАН Юлий Михайлович, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» (ДНЦ ФПД), член-корреспондент РАН;
- БРЯНИН Семён Владимирович, заместитель директора ФГБНУ «Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИГиП ДВО РАН) по научной работе, канд. биол. наук;
- ЗАХАРОВ Михаил Юрьевич, начальник отдела профессионального образования и науки Министерства образования и науки Амурской области;
- СИНЕГОВСКИЙ Михаил Олегович, врио директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ВНИИ сои), канд. экон. наук;
- ВАСИЛЬЕВ Юрий Сергеевич, начальник отдела по делам молодежи Администрации г. Благовещенска;
- СОЛОВЬЕВА Ирина Александровна, и. о. заместителя директора по научной работе ФГБНУ «Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт» (ДальЗНИВИ), канд. биол. наук;
- ПУШКАРЁВ Евгений Владимирович, председатель АРОО «Совет директоров ССУЗ Амурской области»
- УСАНОВ Вячеслав Сергеевич, ученый секретарь ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (ДальНИИМЭСХ), канд. с.-х. наук

**М75 МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ:** матер. XXI регион. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 мая 2020 г.). В 4 т. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020.

**ISBN 978-5-9642-0426-8**

Т. 4 : Сельскохозяйственные науки. Физико-математические науки. Химические науки. Информационные технологии. Технические науки. – 235, [1] с.

**ISBN 978-5-9642-0346-7 (Т.4)**

Представлены результаты научной деятельности молодых ученых, обучающихся высших и средних специальных учебных заведений, научных сотрудников научно-исследовательских институтов Амурской области.

**УДК 378  
ББК 74.58**

*Ответственность за содержание публикаций  
и достоверность информации о цитируемых источниках несут авторы*

ISBN 978-5-9642-0346-7 (Т.4)  
ISBN 978-5-9642-0426-8

© Оформление. Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ.....</b>	<b>11</b>
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИМОЛОСТИ КАК ФИТОНАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ Абакумова С.А. ....	12
ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ Апалеева М. Г. ....	14
ТЫСЯЧЕЛИСТНИК ОБЫКНОВЕННЫЙ ( <i>Achillea millefolium</i> ) В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ Бабич О.В. ....	17
ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Галиченко А.П., Губенко О.А. ....	19
АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ КЛАССА ОКСИДОРЕДУКТАЗ ПОД РАЗНЫМИ БИОГЕОЦЕНОЗАМИ В ПОЙМЕ РЕКИ ЗЕЯ Галкина Е. Э. ....	21
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ВАФЕЛЬНЫХ ЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕВОЙ МУКИ Гурьянова А. В. ....	23
ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ЛАКТОБИФАДОЛ» НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЦЫПЛЯТ- БРОЙЛЕРОВ КРОССА <i>ARBOR ACRES</i> Дынник Н.А. ....	25
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯГОД ЧЕРЕМУХИ ДИКОРАСТУЩЕЙ Ковтун Ю.А. ....	27
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ Корнюшина Д.Е.т ....	29
РОЛЬ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ КАЧЕСТВА СОИ Кошелева Н.В. ....	31
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ Кубасов И.А. ....	33
ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ СОИ ОТ СОРНЯКОВ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПОЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГАУ Кузнецов Г.С. ....	35
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СОИ Мезенцева Ю.О. ....	37

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБОГАЩЕННОГО ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА Минин В.П.....	39
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ Орлова А.Э. ....	41
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОКОНСЕРВАНТОВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ СИЛОСА В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ Пасечник Н. Н. ....	43
ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ АНФЕЛЬЦИИ КРАСНОЙ, НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ Пензин А.А. ....	45
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ Пьянцова С.В. ....	47
ИЗМЕНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ОТ ФАКТОРА АККЛИМАТИЗАЦИИ Татаренко И.Ю.....	49
ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА Трухин И.С. ....	51
АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОГО ДОМА В СЕЛЕ ИВАНОВКА Шилова П. К. ....	53
ОПЫТ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СОЕВОЙ ПОЛОВЫ Шульженко Е.А. ....	55
ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВОГО ЭКСТРАКТА НУТА Юркова А.А. ....	57
<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>59</b>
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТАВКИ НАЛОГА В СРЕДЕ SIMULINK Безруков М.Д. ....	60
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧАСТИЦУ ДВУХСЛОЙНОЙ СФЕРЫ ZnO/SiO <sub>2</sub> В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ GEANT4 Дудин А.Н. ....	62
ВЛИЯНИЕ ТИТАНАТА БАРИЯ НА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МУЛЬТФЕРРОИКА ОКСИДА МЕДИ В КОМПОЗИТЕ (CuO) <sub>0,8</sub> /(BaTiO <sub>3</sub> ) <sub>0,2</sub> Жежель С.А. ....	64
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРЯМОТОЧНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ» Коротков Д.О. ....	66

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СЖИМАЮЩЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ Лобурец М.А. ....	68
ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ТФЭ ПЛЁНОК ДИСИЛИЦИДА БАРИЯ НА КРЕМНИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ МЕТОДОМ РЭМ Новгородцев Н.С, Попов А.А., Дубов В.Л.....	70
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ИОДАТА АММОНИЯ И ТИТАНАТА БАРИЯ Павлов А.В. ....	72
ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ НА ДЕГРАДАЦИЮ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМИИДНЫХ ПЛЕНОК Тяжелкова К.К. ....	74
АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ ИГРЫ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ Тимошенко Н.С.....	75
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ.....</b>	<b>77</b>
ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА КАДМИЯ НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ МАЛОНОГО ДИАЛЬДЕГИДА В СЕМЕНАХ АМАРАНТА Кисткин Д.В. ....	78
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СМОРОДИНЫ Коняхина Е.С. ....	79
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭСТЕРАЗЫ В СЕМЕНАХ КУЛЬТУРНОЙ СОИ РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ Мартыненко Н.В.....	80
СИНТЕЗ МАЛОНАТОВ СУРЬМЫ(V) ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ $Ar_3AlkSbO(O)C-CH_2-C(O)OSbAlkAr_3$ , Ar = (2,6-OMe) <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> , Alk = Et, CH <sub>2</sub> C(O)OEt Михайлюк А.А., Зубакина И.Н. ....	82
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НИТРАТОВ В ТОМАТАХ Мочалова П.И. ....	84
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И АНТОЦИАНОВ В ЯГОДАХ Нагорнова А.В.....	86
ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВАРЕННОЙ СОЛИ Назаров Е.Н. ....	87
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРИС(2,6-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ С ПАРАФОРМОМ В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОТ Планкина Е.С. ....	88
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА СЕТИ АЗС РОСНЕФТЬ В Г. БЛАГОВЕЩЕНСК Приходько К.С. ....	90
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ И МАЛИНЫ, В ВОДЕ И ПОЧВЕ Савенко А.В. ....	92

ПЕРОКСИДАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИМОРСКИХ СОРТОВ СОИ Сальникова А.А. ....	94
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ Саяпина З.А. ....	97
АНТИОКСИДАНТЫ КОШАЧЬЕГО КОРМА Сенникова В.М. ....	98
РОЛЬ РИБОНУКЛЕАЗЫ ЛИСТЬЕВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЗАТОПЛЕНИЯ Терехова О.А. ....	100
АЛКИЛИРОВАНИЕ ТРИС(2,4,6-ТРИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ ЭТИЛЙОДАЦЕТАТОМ Туранова В.А., Зубакина И.Н. ....	102
ЛАБОРАТОРНЫЙ СИНТЕЗ И ОЧИСТКА БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ Хомюк В.А. ....	103
АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ МОТОРНОГО МАСЛА Шпак Е.Д. ....	105
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>107</b>
СИСТЕМА МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ Афанасов Л.С. ....	108
ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСБНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ Бережной М.А. ....	110
АЛГОРИТМ КУСОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ VBA EXCEL Герман А.С. ....	112
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СИСТЕМЫ «SCHOME» ДЛЯ АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ «SCH-ATMOS» Демьяненко А.Е. ....	114
ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ИЗ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ УЧЕТА КОЛИЧЕСТВА УЧАЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ Ковшик А.А. ....	116
Wi-Fi 6 – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ Литовский М.В. ....	118
АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ Ложкова А.А. ....	120
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КАТАЛОГОВ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛНОТЕКСТОВОГО ПОИСКА Манвелян А.Ю. ....	122
АНИМАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА Матвеев В.Е., Ким А.В. ....	124

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОЛЕТА Мокронос К.К. ....	126
РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕГО ВИДА АЛБАЗИНСКОГО ОСТРОГА В 1685 ГОДУ Нацвин А.В. ....	128
УЛУЧШЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ Петренко А.В. ....	130
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГНСС-ДААННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ Понизов А.В. ....	132
ТЕХНОЛОГИЯ ИНЕРЦИАЛЬНОГО ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АНИМАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ПЕРСОНАЖЕЙ Решетов К.Ю. ....	134
ИССЛЕДОВАНИЕ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ Толкачев А.О. ....	136
РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ Храпов А.Б. ....	138
СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОЗНАКОМЛЕНИЯ С АЛБАЗИНСКОЙ ЭКСПОЗИЦИЕЙ АМУРСКОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ Чупраков М.В. ....	140
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА СЕТИ В СРЕДЕ LABVIEW Шишленин А.Е. ....	142
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И 3D-ПЕЧАТЬ СУВЕНИРНОЙ ПРОДУКЦИИ Шкреба О.И. ....	144
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Технологии и средства механизации процессов. Обработка конструкционных материалов .....</b>	<b>147</b>
ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУПЕРАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ Авняв М.А., Канунников А.В. ....	148
МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ «GRIMME GL 34 KG» Амурский А.Л. ....	150
ПРОБЛЕМЫ ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ ПОЧВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Бессарабов А.А. ....	152
К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА УБОРКИ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ЖАТКИ Боровиков Н.Н. ....	154

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛЧЕВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ В ПОЛОСНЫХ ПОСЕВАХ Вайтехович Ю.А., Осипов Я.А., Епифанцев В.В. ....	156
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ Канунников А.В., Авняв М.А. ....	158
АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ОРОШЕНИЯ В ЧАСТНОЙ КРУГЛОГODOVOЙ ТЕПЛИЦЕ «ФИТИЛЬНЫМ» МЕТОДОМ Качур А.В., Лелеха С.В., Сауренко В.Ю. ....	160
РОТОРНЫЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ В АПК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Куцев А.В. ....	162
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЧЁСУ СОИ РАЗЛИЧНЫМИ ГРЕБЕНКАМИ Мазнев Д.С., Мазур В.В. ....	164
ВЫЧИСЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РЕШЕТЧАТОЙ БАЛКЕ СБОРНОГО ПОКРЫТИЯ Миринков А.В. ....	166
К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Петров С.В. ....	168
ДИСПЕРСИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА Ус С.С., Щитков А.Н. ....	170
ОБОСНОВАНИЕ ОБЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОЛУЧЕНИЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМ И ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ Школьникова М.А. ....	172
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИКАТЫВАЮЩИХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ Шубин А.С., Яшков Е.А. ....	174
ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО г. БЛАГОВЕЩЕНСКА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Шуран П.Е. ....	176
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА Щитков А.Н., Ус С.С. ....	178
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСЕВНЫХ РАБОТ Яшков Е.А. ....	180
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Электротехника. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. Энергетика .....</b>	<b>183</b>
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Артёменко М.С., Кочешкова С.Э. ....	184

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ПРИЛИВНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ Веклич А.А. ....	186
БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СОЛЕНОИДА Воронков А.Е. ....	188
ГЕЛИОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Ефимкин В.О. ....	190
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МОДУЛЕМ ПЕЛЬТЬЕ Ильин А.А. ....	192
ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ПЕРСПЕКТИВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Калашников И.К. ....	194
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА НАДЕЖНОСТЬ ТРАНЗИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 220 кВ Кобцев Б.В. ....	196
ПЛАВКА ГОЛОЛЕДА КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ Коржова О.Н. ....	198
ПРИЕМ И ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИИ ПЕРВОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО СПУТНИКА ДФО - «AMGU-1» («AMURSAT») Кунахов А.П., Бескоровайная Е.А., Винникова А.В., Кузьменко В.С., Олейник И.А. ....	200
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ Кустов Д.Ф. ....	202
РАСЧЕТ ИНСОЛЯЦИИ ПО ДАННЫМ NASA Левшин А.В. ....	204
ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЗЕЙСКОЙ ГЭС Лисовский В.В. ....	206
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ Моисейченко О.В. ....	208
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ Николаева Т.А. ....	210
КОНСТРУКЦИЯ ЛАЙТБОКСА ДЛЯ ДОСВЕТКИ ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ Пивкин А.А., Хаткевич В.Н. ....	212
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МЕЖСИСТЕМНЫХ ЛЭП 220-500 кВ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ЭНЕРГОСИСТЕМУ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ ДРУГИХ СУБЪЕКТОВ РФ Попов И.Д. ....	214

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ МАНИПУЛЯТОРОМ УР-4 Потемкин М.С.....	216
МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ Рудаков М.А. ....	218
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Сметанников А.Г. ....	220
СОРТИМЕНТНАЯ ЗАГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА Сухинин П.С, Щербина Е.В. ....	222
ШИМ-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ПЕЛЬТЬЕ Тихомиров А.К.....	224
ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ARDUINO Толстошеев В.В. ....	226
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ПИТАЮЩИХСЯ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ТЯГОВЫМИ ПОДСТАНЦИЯМИ Филимонов Д.Н.....	228
ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПЛЕКСАХ Хлынин Д.А.....	230
ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Шаракчинова Т.С., Ковалев А.А.....	232
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ Шпакова Ж.И.....	234

# **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИМОЛОСТИ КАК ФИТОНАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

**Абакумова С.А., студент 1 курса магистратуры, технологический факультет**  
Научный руководитель: Ермолаева А. В. канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения ягодного сырья в производстве мучных кондитерских изделий в качестве натуральной пищевой добавки. Доказана целесообразность ее применения.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, ягодное сырье, рецептура, химический состав

Многочисленные исследования доказывают необходимость модификации химического состава кондитерских изделий в сторону увеличения витаминов, клетчатки, пектиновых веществ, минеральных компонентов. Эффективным способом решения данной проблемы является использование растительного сырья, произрастающего на территории Дальневосточного региона.

Ягодное сырье является одним из самых полезных и богатых по химическому составу. Обеспечивает организм человека целым комплексом витаминов, макро- и микроэлементов, оказывающих положительное воздействие на центральную нервную и сердечно-сосудистую систему, рост и развитие костных и мышечных тканей, регулирование кислотно-щелочного баланса, поддержание гомеостаза, профилактике заболеваний. Кроме того, ягоды содержат в своем составе пищевые волокна, флавоноиды, антиоксиданты и другие, биологически активные вещества. Для рационализации использования ягодного сырья в пищевой промышленности разрабатывают различные методы его технологической переработки. Наиболее перспективным является изготовление сушеных ягод и ягодных порошков, что позволяет сохранить нативный комплекс эссенциальных компонентов сырья и обеспечить технологичность применения ягодных полуфабрикатов в производственном процессе.

В данной работе изучена возможность применения порошка из сухих ягод жимолости сорта «Камчадалка» в производстве кексов. В качестве контрольного образца служили кексы изготовленные по рецептуре № 425 Сборника рецептур на торты, пирожные, кексы и рулеты. Опытные образцы готовили с внесением порошка из сушеных ягод жимолости в разном количестве 5, 10, 15, 20 %. Порошок ягоды в рецептуру опытных образцов вносили вместе мукой. Для исследования готовых изделий использовали современные методы анализа, с помощью которых определили минеральный и витаминный состав, содержание пищевых волокон, органолептические показатели контрольных и опытных образцов.

В результате органолептической оценки образцов установлено, что изделия характеризовались правильной округлой формой, выпуклой верхней поверхностью с характерными трещинами, пропеченным мякишем с равномерной пористостью и равномерным распределением порошка. Аромат кексов сдобный, вкус характерный сладковатый сливочный без посторонних привкусов и запахов. При добавлении порошка жимолости в мучных кондитерских изделиях появлялся выраженный ягодный вкус и аромат, возникало кислое послевкусие. По результатам органолептической оценки оптимальная доза внесения ягодного порошка составила 10%.

По органолептическим показателям изделие с оптимальной дозировкой порошка превосходило контрольный образец по вкусу и аромату, что можно объяснить тем, что входящие

в состав порошка пищевые волокна обладают не только водопоглощающей, но и жиропоглощающей способностью, а жир в свою очередь удерживает ароматические вещества, внесенные в изделия, как с основным сырьем, так и с порошками, что дает возможность исключить внесение эссенции. Опытный образец кекса отличался от контроля улучшенным состоянием пористости мякиша, а также приобрел различные цвета и оттенки за счет красящих веществ порошка.

Ягодное сырье является источником минеральных компонентов в рационе человека. Концентрация макро- и микроэлементов зависит от вида ягод, а также способов и режимов технологической обработки. В результате исследования минерального состава образцов кекса доказано высокое содержание железа, магния, марганца и цинка в образцах, включающих порошок из сухих ягод жимолости. Так, в образцах кекса № 3, содержащих порошок жимолости 15%, количество железа возросло в 3,7 раза; марганца – в 12,9 раз, а цинка – в 1,8 раз.

Экспериментально доказано высокая концентрация не перевариваемых углеводов в мучных кондитерских изделиях, содержащих ягодные полуфабрикаты. Так, в образцах кекса, включающий порошок ягоды жимолости, количество пищевых волокон составило 4,2–5,6 %. Согласно нормам рационального питания, физиологическая потребность для взрослых составляет 90 мг/сутки. Экспериментально установлена наибольшая концентрация аскорбиновой кислоты в опытных образцах кекса № 1, содержащих порошок ягоды жимолости – 25,82 мг%, в образцах № 3, включающий сушеный порошок ягоды жимолости, установлена концентрация витамина С – 17,46 мг% (рис. 1).

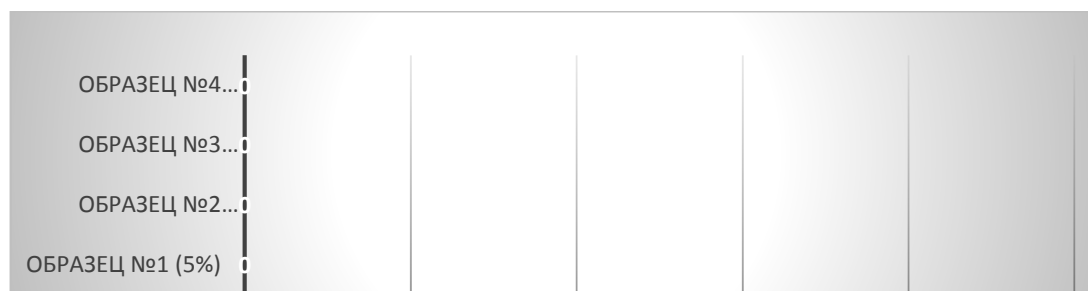


Рис. 1. Результаты исследования содержания аскорбиновой кислоты в образцах кексов (мг%)

Полученные данные свидетельствуют о том, что порошок из сухих ягод жимолости можно использовать в качестве натуральной пищевой добавки, применение которой позволит повысить пищевую и биологическую ценность разработанного продукта. А так же улучшить его органолептические показатели.

### Библиографический список

1. Величко, Н.А. Выжимки голубики обыкновенной как ингредиент мучных кондитерских изделий / Н.А. Величко, З.Н. Берика швили // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 59–62.
2. Виноградова, А.А. Полезные свойства жимолости и ее применение в специализированном питании / А.А. Виноградова, Т.А. Толмачева // Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. – 2014. – № 1. – С. 153–155.
3. Гематдинова, В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий / В.М. Гематдинова, А.Р. Ивлева, З.А. Канарская, Ф.К. Хузин // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 3. – С. 195–204.
4. Курова, М.А. Разработка технологии кексов с использованием добавок из плодов жимолости / М.А. Курова, М.А. Костюкова, Е.В. Белокурова // Вестник ВГУИТ. – 2014. – № 4. – С. 142–146.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Апалеева М. Г., аспирант 3 курса, факультет ветеринарной медицины и зоотехнии**

Научный руководитель: Краснощекова Тамара Александровна, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Кормления, разведения и технологии  
производства продуктов животноводства»

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет  
Эл. почта margulya1990@mail.ru

**Аннотация.** Одной из актуальных задач в современном птицеводстве является поиск и апробация эффективных, доступных и безопасных препаратов, которые способствуют улучшению конверсии корма, повышению продуктивности и сохранности птицы. Применение подкислителей «Ацидомикс AFG» и «Ультрацид InU Плюс» в дозировках 0,3 % в первые десять суток выращивания и 0,2 % в остальной период оказало положительное влияние на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, подкислитель, органические кислоты.

Ряд компонентов комбикормов способны нейтрализовывать кислоты, влияя на кислотность в желудочно-кишечном тракте. Одним из способов понижения кислотосвязывающей способности рациона является включение в его состав подкислителей [1]. В условиях птицефабрики «Амурский бройлер» были проведены исследования по влиянию подкислителей «Ацидомикс AFG» и «Ультрацид InU Плюс сухой» на кислотосвязывающую способность полнорационных комбикормов и зоотехнические показатели выращивания бройлеров.

Научно-хозяйственный опыт (таблица 1) проводили на цыплятах-бройлерах кросса Arbor Acres, сформированных по принципу пар-аналогов в три опытные группы по 50 голов.

Таблица 1 – Схема проведения научно-хозяйственного опыта

Группы	Условия кормления/возраст, суток			
	1-10	11-19	19-25	25-41
Контрольная	ПК-5-1	ПК-5-2	ПК-5-3	ПК-6
1 опытная	ПК-5-1 + 0,3 % Ультрацида InU +	ПК-5-2 + 0,2 % Ультрацида InU +	ПК-5-3 + 0,2 % Ультрацида InU +	ПК-6 + 0,2 % Ультрацида InU +
2 опытная	ПК-5-1 + 0,3 % Ацидомикса AFG	ПК-5-2 + 0,2 % Ацидомикса AFG	ПК-5-3 + 0,2 % Ацидомикса AFG	ПК-6 + 0,2 % Ацидомикса AFG

В ходе исследований были проанализированы кислотосвязывающая способность (КСС) и рН комбикормов из контрольной и опытных групп (таблица 2).

Таблица 2 – Кислотосвязывающая способность и рН комбикормов

Группы	ПК	рН	КСС, мл 0,1 М HCl /100 гр корма
1	2	3	4
Контрольная	ПК-5-1	6,88	48,9
	ПК-5-2	6,51	45,6
	ПК-5-3	6,56	46,2
	ПК-6	6,40	44,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
1 опытная	ПК-5-1	6,15	14,6
	ПК-5-2	6,04	11,9
	ПК-5-3	6,13	11,7
	ПК-6	6,07	10,1
2 опытная	ПК-5-1	6,09	12,0
	ПК-5-2	5,82	10,9
	ПК-5-3	6,16	11,1
	ПК-6	6,00	9,7

Обогащение комбикормов подкислителями позволяет использовать расход соляной кислоты желудка не на уменьшение буферной ёмкости корма, а на усиление его переваривания, что в дальнейшем проявляется в виде более интенсивного нарастания живой массы цыплят [1] (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров (M±m)

Группы	n	Живая масса в начале опыта, г	Живая масса в конце опыта, г	Среднесуточный прирост, г	Абсолютный прирост, г
Контрольная	50	42,1	2170,7±15,2	51,92	2128,7
1 опытная	50	42,0	2490,0±24,9*	59,71	2448,0
2 опытная	50	42,1	2513,5±21,2*	60,28	2471,5

Примечание: \*P<0,05.

В результате уменьшения КСС корма происходит улучшение работы ферментов, переваривающих белки, а также происходит стимуляция роста кишечных ворсинок [1], что объясняет повышение переваримости питательных веществ и усвояемость азота, которые были определены в ходе проведения балансового опыта.

Таблица 4 – Коэффициенты переваримости питательных веществ комбикорма

Показатели	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Сырой протеин	73,91±0,69	79,86±0,77*	80,45±0,45*
Сырой жир	68,91±0,59	72,16±0,68*	74,79±0,60*
Сырая клетчатка	20,65±0,22	26,82±0,30*	26,11±0,28*
БЭВ	77,19±0,51	87,46±0,66*	88,06±0,71*
Усвоение и баланс азота			
Принято с кормом, г	6,36±0,09	6,20±0,06	6,20±0,08
Выделено с помётом, г	1,66±0,011	1,24±0,021*	1,22±0,015*
Усвоено от принятого, г	4,70±0,080	4,96±0,029*	4,98±0,090*

Примечание: \*P<0,05.

Анализируя все результаты, полученные в ходе научно-хозяйственного опыта можно сделать вывод, что на фоне высокой эффективности применения подкислителей экономическая выгода при использовании препарата «Ацидомикс AFG» оказалась выше, чем при применении «Ультрацида InU plus». Так, чистая прибыль от реализации цыплят из второй опытной группы была выше, чем во второй на 360,67 рублей.

Таблица 5 – Экономическая эффективность использования исследуемых подкислителей

Показатели	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Живая масса цыплят в конце опыта, г	2170,7	2490,0	2513,5
Сохранность, %	90	96	98
Стоимость 1 кг препарата, руб.	-	186,0	151,1
Стоимость 1 кг корма, руб.	24,98	25,40	25,31
Расход кормов на 1 голову, кг	3,59	3,56	3,56
Себестоимость 1 кг живого веса, руб.	63,67	52,73	51,24
Реализационная цена 1 кг живого веса, руб.	103,80	103,80	103,80
Получено чистой прибыли от реализации, руб.	3918,60	6155,28	6473,29

#### Библиографический список

1. Околелова Т. М. Кислотосвязывающая способность компонентов в профилактике заболеваний ЖКТ / Т. Околелова, Т. Кузнецова, А. Кузнецов // Комбикорма. - 2006. - № 6. - с. 109-117.

## ТЫСЯЧЕЛИСТНИК ОБЫКНОВЕННЫЙ (*ACHILLÉA MILLEFÓLIUM*) В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ

**Бабич О.В.**, студент 1 курса бакалавриата, факультет природопользования

Научный руководитель: Беркаль И.В., канд.с.х. наук, доцент, доцент кафедры лесного хозяйства и лесозащиты

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет

e-mail: berkal@mail.ru

**Аннотация.** Для расширения ассортимента травянистых растений нами предлагается использовать тысячелистник обыкновенный – многолетние растения местной флоры. Он обладает ценными декоративными показателями, хорошо приспособлен к местным климатическим и экологическим условиям; устойчив к вытаптыванию и перепадам температур; неприхотлив к уходу, и не требователен к почвам. Можно выращивать как в композициях с другими культурами, так и создавать в саду настоящие шедевры ландшафтного дизайна, которые будут радовать с начала лета и до поздней осени.

**Ключевые слова:** тысячелистник обыкновенный, (*Achilléa millefólium*), дикорастущее травянистое растение, ландшафтный дизайн

Зеленые насаждения являются элементом благоустройства урботерриторий, они представляют не только органическую часть планировочной структуры города, но и выполняет комплекс важных экологических функций. Наличие в городах достаточного количества зеленых насаждений способствует очищению атмосферы, снижает уровень шума и благоприятно действует на состояние человека в целом [3].

В настоящее время в большинстве регионов базируются в основном на ассортименте однолетних цветочных культур. Для однолетних видов требуется выращивание рассады, определенные условия и постоянный полив [1].

В цветочных композициях практически отсутствуют многолетние травянистые декоративно – цветочные культуры. Декоративные травянистые многолетники обладают неоспоримыми преимуществами перед однолетними цветочными культурами: это высокое разнообразие декоративных качеств, способность у многих видов к вегетативному размножению, сохранению декоративности в течении длительного времени, отсутствие ежегодных затрат на выращивание рассады [2].

Поэтому целесообразно включать в систему озеленения многолетние травянистые растения местной флоры.

Цель исследования – изучение многолетних дикорастущих травянистых растений, выявление перспективных для ассортимента цветочно-декоративных растений.

Поэтому для видового разнообразия городских фитоценозов целесообразно включать в систему озеленения многолетние травянистые растения местной флоры. Местная флора может предоставить широкий выбор декоративных растений.

Тысячелистник обыкновенный, (*Achilléa millefólium*) — многолетнее травянистое растение; вид рода Тысячелистник (*Achillea*) семейства Астровые, или сложноцветные (*Asteraceae*).

Корневище ползучее, разветвлённое, с многочисленными тонкими, мочковатыми корнями, подземными побегами. Стебли немногочисленные или одиночные, прямостоячие или приподнимающиеся, прямые, реже извилистые, округлые, высотой 20—80 (до 120) см, угловато-бороздчатые, голые или слегка опушённые, ветвящиеся лишь в верхней части (рис. 1).



Рисунок 1 - Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*)

Пластинка листа длиной до 15 см, шириной 0,5—3 см с многочисленными масляными желёзками на нижней стороне. Листья очерёдные, в общем очертании ланцетовидные или линейно-ланцетовидные дважды или трижды не до самого основания перисто-рассечённые на тонкие сегменты, конечные дольки листьев ланцетно-яйцевидные, 0,3—2 мм шириной, быстро переходящие в шипик. Прикорневые листья развиваются от побегов на черешках, стеблевые — небольшие, опушённые, сидячие.

Цветки белые или розовые, собраны в небольшие соцветия — корзинки, которые в свою очередь образуют общее щитковидное соцветие из многочисленных корзинок. В каждой корзинке краевые женские цветки язычковые, белые, реже розовые; обоеполые срединные — трубчатые, жёлтые.

Преимущества тысячелистника: дикорастущие виды тысячелистника обыкновенного обладают ценными декоративными показателями, хорошо приспособлены к местным климатическим и экологическим условиям; устойчивости к вытаптыванию и перепадам температур; неприхотливо к уходу, и не требовательно к почвам. Растение любит солнечные места, но неплохо развивается в полутени. Подкормки рекомендованы, но не обязательны. В сухую и жаркую погоду желателен полив.

В связи с этим, для расширения ассортимента травянистых растений нами предлагается использовать тысячелистник обыкновенный многолетние растения местной флоры. Можно выращивать как в композициях с другими культурами, так и создавать в саду настоящие шедевры ландшафтного дизайна, которые будут радовать с начала лета и до поздней осени.

### **Библиографический список**

1. Беркаль И.В. Дикорастущие многолетние травянистые растения, используемые в декоративном озеленении городской среды./И.В. Беркаль.- матер. X междунар. форума (Благовещенск, 5–6 июня 2019 г.). Ч.2. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2019. – С. 114-116
2. Беркаль И.В. Эстетика и красота в изучении дисциплины ландшафтного дизайна факультета «Природопользования» Дальневосточного ГАУ. /И.В. Беркаль.- Сборник научных трудов «Евразийского Научного Объединение». № 6 (52). Июнь, 2019. – С. 426
3. Серикова, Г.А. Современный ландшафтный дизайн сада. Планы. Обустройство. Виды растений. Советы / Г.А. Серикова. - Белгород: КСД, 2014. - 144 с.

## ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Галиченко А.П., младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сои

Губенко О.А., лаборант-исследователь лаборатории селекции и генетики сои

Научный руководитель: Фокина Е.М., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сои.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

gap@vniisoi.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения коллекционного материала сои Североамериканской эколого-географической группы в условиях Амурской области в период с 2017 по 2019 годы. Экспериментальная часть работы проводилась на участке полевого севооборота лаборатории селекции и генетики сои ФГБНУ ВНИИ – с. Садовое Тамбовского района. Проведена комплексная оценка 26 сортов и образцов сои из Канады и США по хозяйственно-ценным признакам. Выделены лучшие сорта по разным направлениям использования.

**Ключевые слова:** соя, сорт, коллекция, источники, эколого-географическая группа, хозяйственно-ценные признаки.

В селекции сельскохозяйственных культур важная роль принадлежит интродукции генетических источников урожайности, качества, устойчивости к болезням и вредителям, неблагоприятным почвенно-климатическим факторам [1]. Не все образцы мировой коллекции пригодны для непосредственного использования в селекции, из-за низкой продуктивности, экологической неприспособленности, биологической несовместимости и других отрицательных черт. В связи с этим для реализации селекционных программ и исследований, по экологической адаптации и хозяйственной пригодности образцов, необходимо расширенное и углубленное изучение коллекционного материала, на основании которого выделяются источники хозяйственно ценных признаков для дальнейшего использования в селекционном процессе [2, 3].

Цель исследований: изучение коллекционного материала сои Североамериканской эколого-географической группы (ЭГГ) в условиях Амурской области для выявления источников хозяйственно ценных признаков.

Исследования проводились в селекционном севообороте лаборатории селекции и генетики сои ФГБНУ ВНИИ сои с. Садовое Тамбовского района в период с 2017 по 2019 годы. Почва опытного участка – лугово-черноземовидная. Возделывание сои проводилось по технологии, разработанной для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области [4]. Объектами исследования служили 24 сорта и образца сои из Канады (7) и США (17), которые по происхождению относятся к Североамериканской эколого-географической группе (ЭГГ). Изучение коллекционного материала сои осуществлялось согласно методики ГСИ [5]. Стандартными сортами являлись скороспелый сорт Лидия и среднеспелый Даурия. Погодные условия в годы проведения исследований различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило провести объективную оценку изучаемого материала.

В результате проведенных исследований образцы коллекции сои были дифференцированы по группам спелости: скороспелые (99-105 дней), среднеспелые (106-115 дней) и позднеспелые (116-130 дней) относительно стандартов.

К скороспелой группе отнесены 3 сорта американской селекции Daksoy, Jim, McCall – (США) с периодом вегетации 99-100 дней, урожайностью 2,55...2,85 созревающие на 3-4 дня раньше стандартного сорта Лидия и превосходящие его по урожайности на 0,13...0,43 т/га.

К среднеспелой группе – 2 сорта канадской селекции Максус и Опус, с периодом вегетации 108 и 112 дней, урожайностью 2,54 и 2,48 т/га соответственно, что на 0,29 и 0,35 т/га ниже, чем у стандарта Даурия.

К позднеспелой группе отнесено 19 номеров, из которых 14 с периодом вегетации 117...130 дней: Кассиди, Саска, Каната, Киото, Кофу – (Канада), Agassiz, Chico, MN 0201, Barnes, Dawson, AD19 Prosoy, AD20 Sargent, AD21 Kato, AD23 Parcer – (США) и 5 номеров с периодом вегетации более 130 дней – Norpro, Council, AD22 MN 1401, AD25 Felix, AD26 NE 1900 – (США), не формирующие полноценный урожай в условиях Амурской области, вызревание семян у данных сортов составляет от 30 до 70 % в зависимости от погодных условий года изучения.

Лучшие урожайные данные отмечены у сортов: Киото 3,46 т/га (+0,63 т/га к st), Саска – 3,42 т/га (+0,59 т/га к st), Chico – 3,34 т/га (+0,51 т/га к st). Менее продуктивными отмечены сорта Кассиди – 3,14 т/га, Каната 3,16 т/га, Кофу 3,16 т/га, превышающие стандарт Даурия на 0,31...0,33 т/га. Остальные сорта и образцы сои не превзошли стандарт по урожайности, либо имели незначительное превышение над ним.

Высота растений у изучаемых номеров варьировала от 65 до 125 см. Выделено 6 сортов превышающие стандарты на 20...23 см - MN 0201 (97 см), Barnes (96см), AD20 Sargent (97 см), AD23 Parcer (95 см), AD25 Felix (97 см), AD26 NE 1900 (98 см). Самыми высокими отмечены – AD 21 Kato (107 см + 32 см к st) и AD 22 MN 1401 (125 см + 50 см к st).

Высота прикрепления нижних бобов изучаемого материала составляла от 10 до 26 см. Большинство сортов по данному признаку превзошли стандарты Лидия и Даурия на 1...14 см. Наиболее высокое прикрепление нижнего боба отмечено у 6 номеров: AD 22 MN 1401 – 26 см (+ 14 см к st), AD 21 Kato – 24 см (+ 12 см к st), Chico – 20 см (+ 8 см к st), Sargent – 19 см (+ 7 см к st), Felix – 18 см (+ 7 см к st), AD 26 NE 1900 – 18 см (+ 7 см к st).

По массе 1000 семян был выделен только 1 образец – AD 21 Kato (200,1 г) превышающий стандарт Даурия на 12,3 г., остальные номера имели среднюю массу 1000 семян 130...180 г.

Таким образом, в результате изучения номеров зарубежной селекции выделены источники хозяйственно полезных признаков, которые рекомендуются для включения в селекционный процесс по разным направлениям использования.

### **Библиографический список**

1. Григорьева А.В. Оценка коллекционного материала сои по основным хозяйственно ценным признакам в условиях южной зоны Ростовской области // Масличные культуры. Научно технический бюллетень ВНИИМК. – 2011. – Выпуск 2 (148-149). – С. 85-88.
2. Гуреева Е.В., Фомина Т.А. Оценка коллекционных образцов сои как исходного материала для селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. Всероссийский научно-производственный журнал. – 2016. – Выпуск 1(17). – С. – 40-44.
3. Фокина Е. М., Разанцев Д.Р. Перспективы использования коллекционного материала сои в селекционных исследованиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – Выпуск 2 (50). – С. – 64-70.
4. Система земледелия Амурской области / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. – Благовещенск: издательство Дальневосточного ГАУ, 2016. – 570, (4) с., (1) л. карта.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть: под общей ред. М. А. Федина. – М.: МСХ СССР, 1985. – Вып.1. – 263 с.

## АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ КЛАССА ОКСИДОРЕДУКТАЗ ПОД РАЗНЫМИ БИОГЕОЦЕНОЗАМИ В ПОЙМЕ РЕКИ ЗЕЯ

**Галкина Е. Э., студент 2 курса магистратуры, факультет агрономии и экологии**

Научный руководитель: Пилецкая Ольга Андреевна, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии, почвоведения и агрохимии

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет

lena-gala@mail.ru

**Аннотация.** Приведены данные определения активности ферментов класса оксидоредуктаз аллювиальных почв в разных биогеоценозах. В аллювиальных почвах активность каталазы и пероксидазы выше в слое 0-8 см.

**Ключевые слова:** аллювиальные почвы, биогеоценозы, ферментативная активность, активность пероксидазы, активность каталазы

Ферментативная активность является одним из важных контролируемых показателей для многих природных образований и продуктов, позволяющий заметить негативные изменения на начальных стадиях.

В 2019 г. исследования проводились в пойме среднего течения реки Зея вблизи устья реки Уркан. Объектом исследования служили аллювиальные почвы пойменных массивов. Для изучения ферментативной активности были заложены пять почвенных разрезов. Почвенные разрезы представляют собой поверхности одного типа почв. В пределах низкой, высокой поймы, поймы леса и пшеничного поля развиты аллювиальные серогумусовые почвы. В пределах болотного участка развиты аллювиально торфяно-глеевые почвы [2]. Образцы отобраны почвенным цилиндром на глубину 0-8 и 8-16 см. Ферментативную активность почвы определяли в сухих образцах, просеянных через сито с диаметром отверстий 2 мм.

Самая характерная функция каталазы – высокоэффективный катализ разложения перекиси водорода на воду и кислород [3].

Активность каталазы в исследуемых почвах большинства биогеоценозов в слое 0-8 см выше, чем в слое 8-16 см. При характеристике всех биогеоценозов самая высокая активность каталазы в слое 0-8 см и 8-16 см наблюдалась в почвах пойменного леса и пойменного болота, самая низкая – в почве низкой поймы (табл. 1).

Таблица 1 – Активность каталазы в аллювиальных почвах под разными биогеоценозами, см<sup>3</sup> О<sub>2</sub> на 1 г почвы за 1 минуту

Разрез	Слой	Пойменный лес	Низкая пойма	Пойменное болото	Высокая пойма	Пшеничное поле
1 разрез	0-8	0,549	0,426	0,426	0,549	0,392
	8-16	0,560	0,224	0,538	0,504	0,358
2 разрез	0-8	0,515	0,358	0,526	0,493	0,426
	8-16	0,515	0,246	0,526	0,459	0,392
3 разрез	0-8	0,515	0,370	0,549	0,470	0,381
	8-16	0,538	0,269	0,538	0,482	0,280
4 разрез	0-8	0,526	0,493	0,549	0,437	0,325
	8-16	0,515	0,358	0,560	0,325	0,347
5 разрез	0-8	0,549	0,370	0,515	0,526	0,437
	8-16	0,538	0,358	0,571	0,538	0,381

Пероксидаза – двухкомпонентный фермент, представляющий собой сочетание активной группы, вступающей в химическое взаимодействие с субстратами, и коллоидального белкового “носителя”, усиливающего каталитическое действие этой группы [1].

Активность пероксидазы в исследуемых почвах большинства биогеоценозов в слое 0-8 см выше, чем в слое 8-16 см (табл. 2). При характеристике всех биогеоценозов самая высокая активность пероксидазы в слое 0-8 и 8-16 см наблюдалась в биоценозе пшеничного поля.

Таблица 2 – Активность пероксидазы в аллювиальных почвах под разными биогеоценозами, мг пурпургаллина на 100 г почвы за 30 мин

Разрез	Слой	Пойменный лес	Низкая пойма	Пойменное болото	Высокая пойма	Пшеничное поле
1 разрез	0-8	37	49	69	59	56
	8-16	55	37	53	47	62
2 разрез	0-8	70	43	50	56	56
	8-16	58	49	53	47	84
3 разрез	0-8	61	52	44	44	84
	8-16	76	37	47	69	44
4 разрез	0-8	70	64	53	59	75
	8-16	49	49	50	62	53
5 разрез	0-8	46	40	78	53	50
	8-16	55	37	62	59	59

Таким образом, в аллювиальных почвах активность каталазы и пероксидазы выше в слое 0-8 см. В слое 0-8 и 8-16 см каталаза проявила самую высокую активность в почвах пойменного леса и пойменного болота, пероксидаза – в биоценозе пшеничного поля. Тенденция к снижению активности каталазы и пероксидазы наблюдалась в почвах низкой поймы.

### Библиографический список

1. Андреева В.А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений [Текст] / В.А. Андреева - М.,1988. 128 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова / под ред. Г.В. Добровольского – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Рубин Б.А. Биохимия и физиология фотосинтеза [Текст] / Б.А. Рубин, В.Ф. Гавриленко. - Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1977. - 326 с.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ВАФЕЛЬНЫХ ЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕВОЙ МУКИ

**Гурьянова А. В., студент 4 курса бакалавриата, технологического факультета**

Научный руководитель: Ермолаева Анна Владимировна доцент, канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения соевой муки в производстве вафельных листов, разработана рецептура вафельных листов с использованием соевой муки; произведен расчет пищевой и энергетической ценности разработанного продукта.

**Ключевые слова:** вафельные листы, соевая мука, опытный образец, доза внесения.

В настоящее время в стране такие факторы, как неблагоприятная экологическая обстановка, пассивный образ жизни людей, не высокое качество продуктов питания заставляют задуматься о дополнительных требованиях к продуктам питания, а конкретнее: не только удовлетворение физиологических потребностей, но и их положительное функциональное воздействие на организм человека. Именно поэтому большую популярность, получают продукты питания функционального назначения, обогащенные витаминами, пищевыми волокнами, минеральными веществами.

Дальневосточный регион обладает довольно обширной и в настоящее время мало исследованной и используемой сырьевой базой для производства кондитерских изделий. Одним из основных способов расширения ассортимента изделий может быть применение в производстве растительного сырья региона, а также продуктов его переработки [1].

Целью работы является изучение возможности использования продуктов переработки растительного сырья в производстве кондитерских изделий.

Задачи исследования:

— Изучить химического состава соевой муки в качестве функциональной добавки для обогащения вафельных листов;

— Рассчитать пищевой и энергетической ценности вафельных листов с использованием соевой муки

Соевая мука — это продукт измельчения соевых бобов (семян сои, жмыха и шрота) до порошкообразной массы, широко применяемый в кулинарии из-за своих полезных свойств.

Говоря о пользе соевой муки, в первую очередь следует посмотреть на её химически состав, содержащий большое количество растительного легкоусвояемого белка в количестве 36.5 г, пищевых волокон 13.3 г и натрия. Кроме этого, в продукте содержатся: витамины Е, РР, бета-каротин и провитамин А, витамины группы В (тиамин и рибофлавин).

Белок соевой муки содержит большее количество аминокислот по сравнению с пшеничной мукой, так содержание таких аминокислот как изолейцин, лейцин, фенилаланин, тирозин в 4 раза, треонина в 5,3, а содержание аспарагиновой кислоты почти в 10 раз, выше, чем в пшеничной муке. Этот факт является важным показателем при использовании соевой муки в качестве функциональной добавки.

Для проведения исследований нами были изготовлены опытные и контрольный образцы вафельных листов. Контрольный образец изготавливали по унифицированной рецептуре [2] представленной в таблице 1.

Таблица 1 - Рецептúra вафельных листов

Наименование	Нетто, г
Мука пшеничная в/с	244
Желтки яичные	24
Соль	1
Сода	1
Итого	270

В опытных образцах осуществляли замену пшеничной муки на соевую муку в количестве 30, 40 и 50 %.

Следующим этапом работы являлось определить пищевую и энергетическую ценность образцов и дать сравнительный анализ.

Пищевая и энергетическая ценность готовых изделий, представлена в таблицах 2.

Таблица 2 - Основные показатели содержания белков, жиров, углеводов и энергетической ценности

№ образца	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Контрольный	10,528	3,47	57,77	304,48
Образец 1	22,90	1,14	48	296,29
Образец 2	26,23	1,125	44,5	293,1
Образец 3	29,46	1,1014	40,56	290,05

Как видно из таблицы в процессе замены пшеничной муки на соевую в разном процентном соотношении, можно заметить снижения калорийности готового продукта, количества углеводов и жиров уменьшается, но увеличивается содержание белка в продуктах.

Выпеченные изделия имели отлично пропеченную, тонкостенную структуру с хорошей хрупкостью, с равномерной пористостью, равномерный золотистый цвет.

Соевая мука обладает высокой водопоглотительной способностью, что является важным фактором при производстве, придаёт готовым изделиям менее рассыпчатую структуру, что является важным показателем для придания правильной текстуры.

### Библиографический список

1. Гурьянова А.В. Научные исследования молодых учёных: сборник статей Международной научно-практической конференции/А.В. Гурьянова – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 222 с.

2. Павлов А.В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий/ Павлов А.В.-Гидрометеиздат.-1998.-299 с.

## ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ЛАКТОБИФАДОЛ» НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА *ARBOR ACRES*

Дынный Н.А., студент 2 курса магистратуры, факультет ветеринарной медицины и зоотехнии.

Научный руководитель: Туаева Е.В., д-р с.-х.н., доцент, доцент кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства  
ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет  
dynnikgorchakova@mail.ru

**Аннотация.** Одна из главных задач отрасли птицеводства - получение рентабельной высококачественной и экологически чистой продукции. В продовольственной безопасности нашей страны все большее значение приобретает продукция птицеводства мясного направления продуктивности. В структуре производства мяса птицы большая доля приходится на цыплят-бройлеров. Полученные данные научно-хозяйственного опыта показали, что цыплята-бройлеры кросса «Arbor Acres» опытной группы, получавшие пробиотик в дозе в дозе 1,5 кг/т комбикорма за 38 суток выращивания, имели лучшее развитие и рост по сравнению с аналогами контрольной.

**Ключевые слова:** бройлер, пробиотик, живая масса, прирост

В обеспечении продовольственной безопасности страны большое значение имеет производство рентабельной и высококачественной экологически чистой продукции птицеводства. По данным В.И. Фисинина [1], в структуре производства мяса птицы большая доля приходится на цыплят-бройлеров (89 %) современных и высокопродуктивных кроссов.

Современные мясные кроссы отличаются высокой продуктивностью, обеспеченной быстрыми темпами роста, но с замедлением общей картины развития организма. В связи с этим цыплята-бройлеры требовательны к качеству скормливаемых комбикормов, которое обеспечивается включением витаминов, ферментов, минеральных добавок, премиксов и других препаратов. Так как организм не успевает пройти все стадии развития к убойной кондиции, он подвержен на протяжении всего производственного процесса заболеваниям разной этиологии. В данном случае используются различные антибактериальные вещества, кокцидиостатики, антибиотики и многие другие лекарственные средства, применение которых, с другой стороны, чревато для здоровья человека.

В связи с этим целью исследований было изучение влияния пробиотической добавки «Лактобифадол» на продуктивные качества цыплят-бройлеров.

Исследования проводились в условиях птицефабрики ООО «Амурский бройлер» г. Благовещенска Амурской области. Научно-хозяйственный опыт проводили на цыплятах кросса Arbor Acres. Было сформировано две группы цыплят-бройлеров (по 100 голов) ровных по живой массе в возрасте 1-го дня. Содержание цыплят - групповое, в типовом помещении на глубокой подстилке, при рекомендуемых параметрах микроклимата, согласно рекомендациям ВНИИТИП.

На протяжении всего опыта, продолжительностью 39 дней, цыплята-бройлеры контрольной группы получали основной рацион, применяемый на птицефабрике, а цыплята опытной группы – к основному рациону пробиотический препарат «Лактобифадол» в дозе 1,5 кг/т комбикорма. При проведении эксперимента использовали общепринятые методы зоотехнического анализа кормов и проведения научно-хозяйственного опыта.

Состав комбикормов (ПК «Старт», ПК «Рост», ПК «Финиш-1,2») рассчитывали на основе фактического химического состава отдельных компонентов и современного нормирования кормления сельскохозяйственной птицы с использованием компьютерной программы

«Корм Оптима». Динамика роста цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Динамика живой массы цыплят до 38-дневного возраста, г ( $M \pm m$ )

Возраст птицы, дн.	Группы	
	контрольная	опытная
7	88,6±1,21	92,5±1,84
14	387,2±2,94	399,6±3,46
21	955,5±5,40	977,2±5,63
28	1634,1±14,31	1689,8±12,98
35	2026,8±13,56	2095,8±14,3
38	2195,7±15,21	2269,8±15,74

Из данных таблицы видно, что синтетические аминокислоты оказывают положительное влияние на динамику роста цыплят-бройлеров. Так живая масса бройлеров контрольной группы в 38-дневном возрасте составила 2195,6 г, а опытной – 2269,8 г, что на 3,38% выше, чем в контрольной, выращенной при традиционном кормлении.

Результаты проведенного научно-хозяйственного опыта свидетельствует о положительном влиянии использования пробиотической добавки «Лактобифадол» на продуктивность цыплят-бройлеров. Цыплята хорошо росли и эффективно оплачивали потребляемый корм прироста живой массы (таблица 2).

В целом продуктивность цыплят-бройлеров опытной группы, получавших пробиотик «Лактобифадол», выше по сравнению с контрольной, при этом увеличилась сохранность поголовья на 2 %, а живая масса в конце эксперимента у опытных цыплят была значительно выше, чем у контрольных и разница составила 74,1 грамм.

Таблица 2 - Зоотехнические показатели опыта на цыплятах-бройлерах, ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сохранность поголовья, %	94,0	96,0
Живая масса в начале опыта, 1 дн., г	39,0±1,3	39,0±1,24
Живая масса в конце опыта, 38 дн., гр	2195,7±15,21	2269,8±15,74
Среднесуточный прирост живой массы, г	56,3±0,58	58,0±0,46
Абсолютный прирост, г	2156,7±14,63	2230,8±15,28
Расход корма на 1 кг прироста, кг	2,0	1,8

На протяжении всего опыта цыплята-бройлеры опытной группы давали большие среднесуточные приросты с наименьшими затратами корма. Так конверсия корма у цыплят опытной группы составил 1,8 кг, а контрольной 2,0 кг. Таким образом, можно сказать, что цыплята опытной группы лучше усваивали корм с наименьшими его затратами.

В результате полученных данных, можно утверждать о положительном влиянии пробиотической добавки «Лактобифадол» на продуктивные качества цыплят-бройлеров.

### Библиографический список

1. Фисинин В.И. Инновационные направления промышленного птицеводства/ В.И. Фисинин. - Птицепром. –2011. –№2. –С. 14-23.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯГОД ЧЕРЕМУХИ ДИКОРАСТУЩЕЙ

**Ковтун Ю.А., студент 4 курса, отделение производства и переработки продукции**

Научный руководитель: **Беляева Е.А., преподаватель ГПОАУ «Амурский колледж**

**сервиса и торговли»**

**elena.belogorsk@yandex.ru**

**Аннотация:** В статье рассматривается перспективы использования ягод черемухи дикорастущей, для обогащения мучных кондитерских изделий биологически активными веществами. Проведены исследования влияния добавки ягод черемухи, на технологические характеристики сырья используемого при производстве сдобного печенья. Определено, оптимальное количество вносимой функциональной добавки и качество готового изделия.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, сдобное печенье, черемуха дикорастущая, функциональная добавка.

Питание – основной фактор, определяющий состояние здоровья населения и сохранения его генофонда. В оптимизации питания населения приоритетным направлением является исследование местного дикорастущего и культивируемого сырья. К такому сырью можно отнести ягоды черемухи, которые являются источником биологически активных веществ с высоким содержанием антиоксидантов.

Ресурсы ягод черемухи на территории Амурской области позволяют создать стабильную сырьевую базу. Это связано с тем, что местное растительное сырье экологически чисто, недорого, его многофункциональный химический состав позволяет заменить некоторые дорогостоящие компоненты рецептуры обогащаемых продуктов на более дешевые.

Ягоды черемухи - это кладезь витаминов и микроэлементов. В её составе есть натуральные фруктовые кислоты - яблочная и лимонная, рутин.

После проведения маркетинговых исследований потребительского рынка г. Белогорска было установлено, что многие хлебопекарные предприятия производят мучные кондитерские изделия, в частности печенье сдобное. Однако, печенье, обогащённое добавками ягод черемухи, среди продукции предприятий нет.

Поэтому основными целями исследовательской работы являются:

1. Исследование влияния добавки черемухи, на технологические характеристики сырья используемого при производстве сдобного печенья.
2. Определение оптимального количества вносимой добавки черемухи дикорастущей.
3. Выбор наиболее подходящего способа производства по результатам пробной лабораторной выпечки и отработка технологии производства сдобного печенья с добавлением черемухи.
4. Исследование качества готового изделия по органолептическим и физико-химическим показателям.

При производстве мучных кондитерских изделий, мука является основным компонентом. Её хлебопекарные свойства и качество готового продукта напрямую зависят от качества и количества клейковины, а так же от физико-химических показателей, таких как влажность и кислотность.

Исследование качества добавки черемухи сушеной молотой на технологические характеристики сырья используемого для производства сдобного печенья проводили по стандартным методикам.

Оценку качества полученных экспериментальных образцов сдобного печенья проводили по пятибалльной шкале, при этом учитывали органолептические показатели качества. В результате наибольшее количество баллов набрали образцы печенья добавлением 20% черемухи. Такая дозировка является оптимальной, физико-химические показатели практически не меняются, а вот вкусовые характеристики и органолептические показатели качества повышаются.

В результате проведенных исследований пришли к выводу, что мука, полученная из ягод черемухи, не обладает достаточными хлебопекарными свойствами пшеничной муки, такими как, образование клейковины. Поэтому её рекомендуется использовать в качестве добавки к пшеничной муке, для изделий, не требующих высокого содержания клейковины, таких как мучные кондитерские изделия (печенье, бисквиты, кексы).

Для выполнения экспериментальной части исследовательской работы за основу взяли стандартную рецептуру сдобного печенья из сборника рецептов. Черемуха сушеная молотая вносилась в тесто следующих дозировках: 10%, 20% и 30%, на частичную замену муки пшеничной высшего сорта.

Качество сдобного печенья оценивали путем проведения пробных лабораторных выпечек. Черемуха сушеная молотая удобна для применения в производственных условиях, так как вводится в тесто при замесе вместе с пшеничной мукой, не требуя дополнительной обработки. Исследования качества полученных образцов сдобного печенья проводили по методикам определения органолептических и физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ 24901-2014. В результате было установлено, что все исследуемые экспериментальные образцы сдобного печенья с приемлемыми потребительскими характеристиками.

Вместе с тем, внесение в рецептуру черемухи сушеной молотой оказало выраженное влияние на органолептические показатели печенья, а именно печенье приобрело приятный шоколадный цвет и ромово-миндальный вкус и запах.

При определении физико-химических показателей следует отметить что:

- кислотность экспериментальных образцов оказалась несколько выше стандарта, что обусловлено более высокой кислотностью черемухи сушеной молотой;
- влажность экспериментальных образцов ниже, чем допускается по стандарту, это связано с тем, что влажность черемухи сушеной молотой ниже, чем у пшеничной муки.

По результатам исследования пришли к следующим выводам:

1. Установили положительное влияние добавки черемухи на технологические характеристики сырья, используемого для производства печенья.
2. Определили, что наилучшим способом производства печенья сдобного с добавлением черемухи молотой, является двухфазный способ.
3. Выяснили, что лучший результат по органолептическим и физико-химическим показателям получил образец с добавлением 20% черемухи.

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что ягоды черемухи дикорастущей можно рассматривать, как функциональные ингредиенты и использовать для обогащения мучных кондитерских изделий.

### **Библиографический список**

1. Аннинкова Т.Ю. Функциональные ингредиенты для оптимизации производства мучных кондитерских изделий/ Т.Ю. Аннинкова.– Москва.: Издательство «Просвещение», 2014.–123 с.
2. Кузнецова Л.С. Технология производства мучных кондитерских изделий/ Л.С. Кузнецова. – Москва.: Издательство «Академия», 2013. – 416 с.
3. Кузнецова О.А. Лучшая научная статья/ О.А. Кузнецова. – Пенза.: Издательство «Наука и просвещение», 2017. – 169 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**Корнюшина Д.Е., студент 3 курса бакалавриата, технологический факультет**

Научный руководитель: Кострыкина С.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии продукции и организации общественного питания

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

e-mail: dian4ik.kornyushina@mail.ru

**Аннотация.** Обеспечение населения мучными кондитерскими изделиями обогащенными витаминами, макро- и микроэлементами за счет использования местного растительного сырья является актуальным направлением развития пищевой промышленности. Используя ягодное сырье можно не только расширить ассортимент вырабатываемой продукции, но и придать изделиям функциональную направленность. Опытным путем доказана целесообразность введения в рецептуру порошка из ягод барбариса.

**Ключевые слова:** барбарис, функциональные продукты питания, мучные кондитерские изделия, порошок из ягод барбариса.

Дальневосточный регион России богат растительным сырьем, которое мало используется. В последнее время возрос интерес к ягодным культурам, например, барбарис обыкновенный, позволяющим не только расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, но и обогатить их витаминами, минералами и биологически активными веществами, так необходимыми в питании современного человека.

Барбарис обыкновенный является малоизученной культурой, его ягоды требуют научной информации о химическом составе и пищевой ценности, технологии переработки и хранения, расширения ассортимента продуктов его переработки. Плоды барбариса продолговатой формы от 12 мм до 4 см, массой до 4 грамм, красно-бордового цвета, имеет ярко выраженный кислый и терпкий вкус. Содержат кальций, магний, фосфор, железо, марганец, калий, натрий, йод, сахара, витамин К, лимонную, яблочную, винную кислоты, алкалоиды (берберин и др.), дубильные, красящие вещества, минеральные соли, пищевые волокна. Берберин обладает противоопухолевыми, противовоспалительными свойствами. В настоящее время берберин не поддается химическому синтезу.

Авторами разработана технология получения порошка из ягод барбариса, которые не подвергаются воздействию высоких температур, позволяет получить ценный компонент для производства кондитерских изделий с целью обогащения их макро- и микроэлементами, биологически активными веществами.

Цель исследований - расширение ассортимента и разработка новой рецептуры производства кондитерских изделий с использованием ягод барбариса обыкновенного. Для достижения поставленной цели решались задачи: разработка рецептуры кондитерского изделия с добавлением порошка из ягод барбариса; изучение влияния добавки порошка из ягод барбариса на физико-химические, органолептические показатели качества и энергетическую ценность полученных изделий.

Объект исследования: ягоды, порошок и изделия с добавлением барбариса.

Методы исследования: исследования проводились по стандартным методикам - ГОСТ 5897-90, ГОСТ 5898-87 и ГОСТ 10114-80. Порошок из ягод барбариса получили путем перетирания высушенных при температуре не выше 30 оС. Полученный порошок добавляли в тесто при приготовлении песочного полуфабриката. За контрольный образец приняли рецептуру песочного полуфабриката № 16 сборника рецептур мучных кондитерских и булочных изделий, составитель Павлов А.В. [1]. В опытные образцы вносили порошок барбариса в соотношении

3% и 5% от массы муки. При приготовлении теста опытных образцов по мере увеличения доли вносимого порошка из ягод барбариса было видно, что тесто становится более плотным и отличается по цвету от контрольного образца.

При изучение влияния добавки порошка из ягод барбариса на физико-химические, органолептические показатели качества и энергетическую ценность полученных изделий получили данные, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика показателей качества песочного полуфабриката

Показатель	Песочный полуфабрикат		
	контрольный (без добавок)	с содержанием 3 % порошка из ягод барбариса	с содержанием 5 % порошка из ягод барбариса
Форма	Правильная, выпуклая, не расплывчатая		
Поверхность	Сухая, ровная, без трещин, вздутий и подгорелостей		
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый с вкраплениями порошка	Светло-коричневый с вкраплениями порошка
Вкус и запах	Свойственный полуфабрикату	Свойственный песочному полуфабрикату с легкой, слабо уловимой кислинкой	Свойственный песочному полуфабрикату с более выраженной кислинкой
Вид на изломе	Хорошо развитая пористость, без следов непромеса и пустот		
Комплексная оценка, баллы	98	96	98
Энергетическая ценность в 100 г продукта, ккал	391	377	368
Намокаемость, %	130	142	149
Щелочность, град.	0,42	0,49	0,54

В ходе проведенных исследований влияния технологических условий введения и объемов порошка из ягод барбариса на качество готовых изделий установлено их положительное влияние. Наилучшие показатели достигнуты при внесении 5 % порошка из плодов барбариса к массе муки.

Также можно отметить повышение пищевой ценности изделий с добавками по сравнению с контрольным образцом. Это достигается за счет увеличения пищевых волокон, клетчатки, основных витаминов и микроэлементов. Кроме того, отмечено незначительное снижение энергетической ценности изделий.

При использовании порошка из ягод барбариса в производстве может быть решена проблема обогащения минеральным составом очень популярных у населения мучных кондитерских изделий.

#### Библиографический список

1. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / сост. Павлов А.В. – СПб.: Профи, 2016. – С. 16-17.

## РОЛЬ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ КАЧЕСТВА СОИ

**Кошелева Н.В.**, студент 1 курса магистратуры, факультет агрономии и экологии

Научный руководитель: Муратов А.А., канд.с.-х. наук, доцент, начальник научно-исследовательской части

ФГБОУ ВО «Дальневосточный Государственный Аграрный Университет»

kosheleva11091992@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о применении органоминеральных удобрений для увеличения продуктивности и качества сои.

**Ключевые слова:** соя, удобрение, сапропель

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов и прежде всего от плодородия почвы и погодных условий. Если корректировать погодные условия очень сложно, то недостаток питательных веществ можно компенсировать внесением удобрений [6]. Соя по производству растительного масла занимает одно из первых мест среди всех масличных культур, а по сборам белка лидирует среди всех зерновых и зернобобовых. Высокое содержание в зерне полноценного по аминокислотному составу, растворимости и усвояемости белка (до 45-48%) и высококачественного по жирно-кислотному составу масла (до 25%) определяют ее широкое распространение [3, 4]. Генетический потенциал продуктивности сои может быть достигнут при условии улучшения обеспеченности растений факторами жизни, среди которых основной задачей является оптимизация условий питания [2].

Резкий рост цен на минеральные удобрения во всем мире и связанное с ним повышение себестоимости сельскохозяйственной продукции заставляет аграриев искать новые технологии выращивания рентабельной и качественной продукции. По оценке специалистов ряда Российских научно-исследовательских институтов, сапропелевые удобрения являются наиболее перспективными для широкого применения в современном сельскохозяйственном производстве для выращивания экологически чистой продукции [7]. Результатом усилий специалистов стала разработка новых технологий для увеличения концентрации активных веществ, стабильности параметров продукта и, как следствие, его эффективности и приспособляемости. Очень эффективными и экономичными показали себя комплексные жидкие органоминеральные, высококонцентрированные удобрения серии «БЛАГО», производимые из природного сырья озерного сапропеля. Сапропель это продукт донных отложений пресноводных водоемов, образующийся в результате биотрансформации отмершей растительности, животных организмов, остатков микроорганизмов и почвогрунтовых частиц без доступа кислорода. Накапливается сапропель исключительно в реликтовых, непроточных озёрах. В реках и в небольших прудах сапропеля нет, а только ил, который значительно уступает сапропелю по эффективности. Отсутствие кислорода, незначительные колебания температуры создают для донных отложений особые условия, в которых все живые и отмершие клетки макро- и микроорганизмов подвергаются медленному расщеплению на составные компоненты аминокислоты и низкомолекулярные пептиды, нуклеотиды и другие высокоактивные биологические вещества. Сапропель единственное почвообразующее удобрение, которое питает растения и восстанавливает плодородие почвы.

Органоминеральные удобрения марки «БЛАГО» в сельскохозяйственном производстве применяются в качестве стимулятора развития и роста растений. Данные удобрения увеличивают урожайность (от 20% до 80%), повышают стойкость к вредителям и болезням, к небла-

гоприятным условиям климата (заморозки, засуха), а также уменьшают угнетающее воздействие различных пестицидов на почву и растения. Также они позволяют значительно сократить (до 30%) норму внесения других минеральных удобрений [8].

Так в исследованиях Китайских учёных Li Ming, Gu Jie, Gao Hua и Qin Qin-jun в 2007 году было изучено влияние органоминеральных удобрений на некоторые агрономические свойства сои при посеве весной и летом в сравнении с минеральными удобрениями. На контроле удобрения не вносили. При внесении органоминеральных удобрений вегетация сои была более продолжительной, улучшался рост растений, усиливалось ветвление, увеличивалось число плодов и семян на растение, масса 1000 семян, масса семян на растение, урожай, содержание белка и жира [1].

Также в исследованиях органоминеральных удобрений Пигоревым И.Я., в Курской государственной сельскохозяйственной академии имени И.И. Иванова было отмечено, что наибольшее число семян в бобах с одного растения было на фоне минеральных удобрений (32,9 шт.) и на фоне органоминеральных (33,6 шт.). Лучшие результаты получены от органоминерального, где масса 1000 семян была на 12,3% выше, чем на контроле. Продуктивность растений (масса семян на одном растении) на удобренных фонах по сравнению с контролем увеличивалась в 1,7 раза и колебалась от 4,1 до 6,1 г, против 3,5 г на контроле. Масса боба по вариантам колебалась в пределах 0,34–0,41 г. В результате биологический урожай сои в изучаемых вариантах существенно колебался и максимальных значений достигал от применения органоминерального удобрения (3,37 т/га). Максимальная масличность зерна была в вариантах с применением органоминерального удобрения (19,6%). На других вариантах масличность зерна была ниже контрольных значений [5].

Таким образом, анализ полученных данных показывает о перспективности применения новых видов удобрений для повышения не только урожайности, но и качества получаемой продукции сои.

### Библиографический список

1. Ашинов М.И., Бербеков В.Н., Ахматова З.П. Эффективность использования органоминеральных субстратов при выращивании саженцев косточковых культур // Научный журнал КубГАУ. – 2011 №69 (05). – С. 45-51.
2. Баранов, В. Ф. Соя на Кубани / В. Ф. Баранов, А. В. Кочегура, В. М. Лукомец. – Краснодар, 2011. – 320 с.
3. Зубков В.В. Соя в Самарской области: возделывание, переработка, использование [Текст]: Практическое руководство / В.В.Зубков. – Самара, 2017. – 48 с.
4. Казарин В.Ф. Изучение скороспелых сортов сои различного происхождения [Текст] / В.Ф.Казарин, А.В.Казарина, М.И. Гуцалюк // Кормопроизводство, 2016. - №10. – С.23-25.
5. Пигорев И.Я. Иновационные технологии в растениеводстве и экологии. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-микробиолога-агроэколога, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного деятеля науки Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Тимофеевича Фарниева КГСХА. –Курск: Изд-во КГСХА, 2017. – С. 38–40.
6. Церковнова, О.М. Влияние регуляторов роста на зимостойкость, урожайность и качество зерна озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат дис.... канд. с.-х. наук / О.М. Церковнова. – Пенза, 2011 – 18 с.
7. Удобрения марки «БЛАГО» ГАРАНТ высокого урожая. ООО «Эко Трейд» производство органоминеральных высококонцентрированных удобрений // DOCPLAYER. URL: <https://moluch.ru/snoska/> (дата обращения: 02.04.2020).
8. «Ъ»: аграрии и чиновники жалуются на рост цен на минеральные удобрения // . URL: [https://milknews.ru/index/novosti-moloko\\_20746.html](https://milknews.ru/index/novosti-moloko_20746.html) (дата обращения: 02.04.2020).

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ

**Кубасов И.А., младший научный сотрудник<sup>1</sup>, магистрант 1-го года обучения<sup>2</sup>**

Научный руководитель – Немыкин А.А.<sup>2</sup> канд. с.-х. наук, доцент, кафедры ОЗиР.

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сои

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный аграрный университет

89145656ilya@gmail.com

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований о влиянии погодных условий и длительного внесения удобрений на накопление надземной массы и урожайность зерна пшеницы.

**Ключевые слова:** пшеница, погодные условия, удобрения, урожайность.

В Амурской области яровая пшеница занимает не менее 40–45% посевных площадей, являясь основным предшественником для размещения посевов сои [1]. На урожайность большое влияние оказывают погодные условия. Так, за последние 10 лет урожайность культуры в Амурской области изменялась от 0,9 до 2,3 т/га, при средней 1,7 т/га. Наряду с неблагоприятными метеоусловиями низкую урожайность в отдельные годы можно объяснить и недостатком элементов минерального питания в почве.

Цель исследований – установить влияние погодных условий и минерального питания на урожайность яровой пшеницы.

Исследования проводили в длительном стационарном зерно-соевом севообороте на луговой черноземовидной почве (табл. 1).

Таблица 1 - Схема длительного стационарного опыта

Вариант	Внесено удобрений за ротацию	Овёс 1-я культура севооборота	Соя 2-я культура севооборота	Пшеница 3-я культура севооборота	Соя 4-я культура севооборота	Пшеница, 5-я культура севооборота
1	Без удобрений	-	-	-	-	-
2	N <sub>120</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	-	-
3	N <sub>120</sub> P <sub>150</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	-
4	N <sub>210</sub> P <sub>240</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	-	N <sub>30</sub>
5	N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> + навоз 24т	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> + навоз 12 т	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	P <sub>60</sub> + навоз 12 т	-

Объект исследования – пшеница сорта Арюна (3-я культура севооборота). На фоне последствий длительного применения минеральных и органических удобрений определяли эффективность использования под пшеницу N<sub>30</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. На поступление элементов питания в растения пшеницы большое влияние оказывают гидротермические условия в период кущение-колошение [3]. Выпадение обильных осадков в конце второй декады апреля (77 % нормы) наряду с повышенной температурой воздуха (на 0,9... 1,6°C выше нормы) позволило провести посев пшеницы в оптимальные сроки. Выпавшие во второй и третьей декаде июня осадки, сопровождались накоплением почвенной влаги в слое 0...20 см (61-71 % ППВ) и способствовали продуктивному кущению зерновых культур. Июль характеризовался дождливой погодой с обычным температурным режимом. В августе гидротермический режим был в пределах нормы, что способствовало нормальному прохождению стадий спелости и проведению уборки.

Яровая пшеница даёт высокие урожаи при достаточно высокой обеспеченности азотом и фосфором в период от начала кушения до выхода в трубку [4]. Результаты корреляционно-регрессионного анализа данных, полученных в 2019 году, подтверждают высокую зависимость обеспеченности азотом растений и почвы в фазу кушения с показателями формирования урожайности зерна пшеницы. При расчете множественной регрессии между урожайностью зерна пшеницы и накоплением надземной массы, содержанием минерального азота в почве и валового в растениях выявлена прямая сильная связь ( $R=0,84$ ), независимые переменные на 70 % определяют изменение урожайности. Наиболее тесно взаимосвязаны с урожайностью, количество образованной к фазе кушения надземной массы, содержание в растениях азота и минерального азота почвы. Наибольшим накоплением надземной массы пшеницы в фазу кушения было в варианте опыта с применением  $N_{60}P_{90}$  (табл.2).

Таблица 2 - Влияние удобрений на формирование урожайности пшеницы, т/га.

Вариант	Урожайность зерна	+, – к контролю	Урожайность воздушно-сухой массы в фазу кушения	+, – к контролю
Контроль	2,52	-	9,22	-
$N_{30}$	2,63	0,11	8,11	-1,11
$N_{30}$	2,68	0,16	13,67	4,45
$N_{60}P_{90}$	2,89	0,37	17,54	8,32
$N_{30}$	2,64	0,12	16,24	7,02
НСР <sub>05</sub> – 0,35			НСР <sub>05</sub> – 5,33	

Незначительно ниже предыдущего варианта, но также существенно урожайность надземной массы превысила контроль при внесении  $N_{30}$  по фону длительного применения минеральных и органических удобрений, что вероятно можно объяснить относительно высоким содержанием минерального азота, полученного в результате минерализации органического вещества почвы.

В результате корреляционного анализа выявлена тесная взаимосвязь показателей накопления воздушно-сухой надземной массы в фазу кушения с урожайностью зерна пшеницы, коэффициент парной корреляции составил 0,74. Установлена высокая эффективность применения азотно-фосфорных удобрений, превышение урожайности относительно контроля составило 0,11–0,37 т/га, при НСР – 0,35 т/га. Максимальная урожайность (2,89 т/га) получена в варианте с внесением  $N_{60}P_{90}$ .

Таким образом, близкое к оптимальному увлажнение почвы (61–71 % ППВ) в период кушения пшеницы способствовало усвоению элементов питания из почвы и удобрений, обеспечивая через нарастание надземной массы повышение урожайности относительно контроля на 0,11–0,37 т/га.

#### Библиографический список

1. Терехин М.В., Мищенко Л.Н., Терехин Н.М. Изучение изменчивости продуктивности и качества зерна пшеницы в зависимости от погодных условий // Дальневосточный аграрный вестник. 2015. №2 (34). С. 38 – 41.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Наумченко Е.Т., Абросимова Т.Е., Науменко А.В. Урожайность и качество пшеницы при длительном применении удобрений в севообороте//Дальневосточный аграрный вестник. – 2010. – № 1 (13). – С. 22–25.
4. Наумченко Е.Т., Банецкая Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивное использование элементов минерального питания посевами пшеницы // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 1 (45). – С. 42–48.

## ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ СОИ ОТ СОРНЯКОВ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПОЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГАУ

**Кузнецов Г.С., студент 2 курса магистратуры, факультет агрономии и экологии**

Научный руководитель: Захарова Е.Б., д-р с.-х. наук, доцент, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства

ФГБОУ ВО «Дальневосточный Государственный Аграрный Университет»

[gennadykuznetsov260486@gmail.com](mailto:gennadykuznetsov260486@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о применении различных схем защиты посевов сои от сорняков до всходов и по всходам. Препараты содержат различные действующие вещества, новые схемы применения по всходам включают в составе баковых смесей поверхностно-активные вещества. Опытный участок расположен в отделе семеноводства Дальневосточного ГАУ, почва лугово-бурая по свойствам близка к лугово-черноземовидным маломощным, типичным для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области. В результате исследований выявлено, что в агроэкологических условиях опытного поля Дальневосточного ГАУ гербицид на основе действующего вещества Диметенамид-П эффективнее, чем Метрибузин и Пропизохлор при внесении их в почву до всходов.

**Ключевые слова:** соя, гербициды, засоренность посевов

Одной из наиболее сложных и важных проблем современного сельского хозяйства является дефицит растительного белка. Основным его источником для нужд животноводства и пищевых целей служат семена зернобобовых и масличных культур, среди которых особое место занимает соя. Продвижение сои в северные регионы, а также стремление повысить ее урожайность вызвали необходимость создания адаптированных к условиям выращивания, высокопродуктивных сортов и научно обоснованных интенсивных технологий. Корректировка типовых агротехнологий должна быть направлена на выявление наиболее эффективных мероприятий, адаптированных к конкретным агроэкологическим условиям [2, 3]. Исходя из этого перед нашим исследованием поставлена цель – выявить наиболее эффективные в борьбе с засоренностью посевов сои гербициды для применения до всходов.

Полевой опыт проведен в 2019 году. Опытный участок расположен в Благовещенском районе Амурской области вблизи села Грибское. Тип почвы – лугово-бурая, гранулометрический состав – глинистый, содержание гумуса низкое 1,2%. Реакция среды близкая к нейтральной pH 6,4, гидролитическая кислотность 2,0 м-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований 17,0 м-экв/100 г почвы. Обеспеченность подвижными формами фосфора низкая 49 мг/кг, калия средняя 113 мг/кг почвы. Бонитет по региональной шкале 66/68 (зерновые/соя). По свойствам лугово-бурые почвы близки к лугово-черноземовидным маломощным, типичным для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области.

Площадь под опытом 36 га. Культура – соя, сорт – Умка [4]. Предшественник ячмень. Основная обработка почвы безотвальная осенью после уборки предшественника – культивация КПЭ – 3,8. Весной ранневесеннее боронование, культивация КРН – 4,2. Посев: 14 мая 2019 г., ДТ-175+СЗ-5,4. Норма высева 650 тыс. всхожих семян на 1 га. Время появления всходов 28-30 мая. Обработка почвы гербицидами до всходов 14 мая. Опрыскивание проводилось МТЗ-82+ОМПШ-2500 Буран.

Схема опыта: Вариант 1) Диметенамид-П, 720 г д.в./л - 1,2 л/га. Вариант 2) Метрибузин, 250 г д.в./л - 1,5 л/га. Вариант 3) Пропизохлор, 720 г д.в./л – 3,0 л/га. вариант 1) реализуется в отделе семеноводства Дальневосточного ГАУ, он принят за контроль.

Учет засоренности проведен 19 июня, через 36 дней после опрыскивания гербицидами до всходов, в фазе первого тройчатого листа сои по методике кафедры земледелия МСХА им.

Тимиразева [1].

Наименьшее количество сорняков отмечено в варианте 1, степень засоренности средняя. В вариантах 2 и 3 степень засоренности сильная. По всем вариантам опыта применяемые для опрыскивания почвы гербициды проявили высокую эффективность против однолетних злаковых сорняков, судя по их отсутствию в посевах. В структуре соевого агрофитоценоза преобладающими сорняками являются в варианте 1: марь белая (*Chenopodium album L.*); в варианте 2: морковь дикая (*Daucus carota L.*) и хвощ полевой (*Equisetum arvense L.*); в варианте 3: канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti Medik.*) и хвощ полевой (*Equisetum arvense L.*).

Таблица 1 – Структура соевого агрофитоценоза, 19 июня 2019 г.

Вид растения	Структура агрофитоценоза, % от общего количества растений (сорные+культурные)			Степень засоренности, балл		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Сорные всего	18,09	29,63	29,13	2	3	3
в том числе: однолетние	15,96	7,41	13,59	2	2	2
из них двудольные	15,96	7,41	13,59	2	2	2
многолетние	2,13	22,22	15,53	1	2	2
из них однодольные	0	0	0,97			1
двудольные	1,06	0	0	1		
Соя культурная	81,91	70,37	70,87	-	-	-

Эффективность почвенных гербицидов (Ск) определяли по сравнению с вариантом 1 (контроль). Количество сорняков в варианте 1 (контроль): 13,6 шт./1 м<sup>2</sup>. Количество сорняков в варианте 2: 25,6 шт./1 м<sup>2</sup>. Количество сорняков в варианте 3: 24,0 шт./1 м<sup>2</sup>.

Эффективность почвенных гербицидов в варианте 2:

$$Ск = 100 - 25,6 / 13,6 * 100 = -88,2 \%$$

Эффективность почвенных гербицидов в варианте 3:

$$Ск = 100 - 24,0 / 13,6 * 100 = -76,5 \%$$

Таким образом, выявлено, что в агроэкологических условиях опытного поля Дальневосточного ГАУ гербицид на основе действующего вещества Диметенамид-П эффективнее, чем Метрибузин и Пропизохлор при внесении их в почву до всходов.

### Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
2. Мухамадьяров Ф.Ф. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф.Ф. Мухамадьяров, Д.В. Кайсин, С.Л. Коробицын, В.П. Ашихмин, Ю.П. Савельев, В.Н. Воложанин, Н.Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2013. - № 4 (35). - С. 9-12.
3. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – 570 с.
4. <http://vniiso.ru/wp-content/uploads/2016/02/Umka.pdf> Всероссийский НИИ сои Информационный листок № 15–2015 СОРТ СОИ УМКА © ФГБНУ ВНИИ сои, 2015.

## К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СОИ

Мезенцева Ю.О., лаборант-исследователь<sup>1</sup>, магистрант 1-го года обучения<sup>2</sup>  
Научный руководитель: Минькач Т. В., <sup>2</sup> канд. с.-х. наук, доцент, кафедры ОЗиР.

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сои

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный аграрный университет

e-mail – mezentseva\_1379@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы, связанные с выявлением факторов, влияющих на рост, развитие и продуктивность сои. Статья содержит в себе обзор литературных источников по теме исследования. Освещается проблема правильного выбора срока и способа посева, оптимальной нормы высева и глубины заделки семян. Анализируются вопросы значимости соблюдения сроков посева, их влияние на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, в частности сои. Рассматривается влияние факторов среды на фотопериодическую чувствительность сои. В заключении отражаются выводы, сделанные в ходе анализа литературных источников.

**Ключевые слова:** соя, сроки посева, густота стояния, фотопериодизм, длина светового дня, продуктивность.

Соя является ведущей культурой мирового земледелия по посевным площадям, валовым сборам и своей роли в истории человеческой цивилизации. Как культурное растение соя сформировалась в условиях муссонного климата на юго-востоке Азии, характеризующегося высоким напряжением тепла и большим количеством осадков за вегетационный период. Поэтому она предъявляет повышенные требования к теплу, освещённости, влаге и почвам [1]. Весь комплекс факторов внешней среды в той или иной степени влияет на рост, развитие растений, урожай и его качество и ни один фактор не может быть заменен другим.

В связи с интенсификацией производства сои возникает вопрос выяснения элементов технологии выращивания, которые должны обеспечить высокую ее производительность. Поэтому необходимо в целях повышения урожайности данной культуры определить способы посева и правильные сроки с учётом всех климатических условий, оптимальной нормы высева семян и глубины их заделки.

При выборе способа посева важно учитывать высокую пластичность сои к площади питания, которая проявляется в изменении индивидуальной продуктивности растений. В посевах сои с оптимальной густотой и площадью питания растений основное количество бобов формируется на главном побеге, разреженных – на боковых ветвях. Негативное воздействие чрезмерного уплотнения посевов приводит к полеганию, преждевременному пожелтению и опаданию нижних листьев, неполному использованию света, влаги, питательных веществ [2]. В зависимости от нормы высева семян соя меняет индивидуальную продуктивность, количество бобов и семян, массу семян, высоту прикрепления нижних бобов. При соблюдении оптимальной густоты растений основное количество бобов и семян (65–75 %) формируется на главном стебле, 25–35 % – на боковых ветвях.

Посев в оптимальные сроки – одно из важнейших условий получения дружных и полных всходов, поскольку нарушение оптимальных сроков посева приводит к снижению полевой всхожести и, соответственно, недобору урожайности, невызреванию и ухудшению посевных качеств семян. Недостаток тепла на начальных этапах развития отрицательно сказывается на дружности появления всходов и приводит к их изреживанию. Замедленное прорастание семян в холодную погоду, как правило, сопровождается распространением семядольного бактериоза

и снижением жизнестойкости полученных всходов. При поздних сроках посева отмечается снижение полевой всхожести вследствие иссушения верхнего слоя почвы [3].

С появлением новых сортов сои интенсивного типа возникает проблема их быстрого внедрения в производство. Для этого необходимо знать сортовую чувствительность сои на уровень обеспечения отдельных растений факторами жизни. Особенно это характерно для сои, которая является фотопериодически высокочувствительной, короткодневной культурой, для перехода в репродуктивную стадию которой требуется определенное соотношение освещения и темноты [4]. Отклонения продолжительности длины светового дня от оптимума оказывают большое влияние на вегетационный период, высоту растений и их продуктивность, существенно ограничивая широтный ареал возделывания конкретных сортов сои. Поэтому фотопериодическая чувствительность сои является одним из ее главных адаптивных признаков. Важность соответствия сорта определенному географическому месту выращивания сои отмечал крупный ученый – соевед В.Б. Енкен [5]. Он считал, что на каждый градус северной широты должен создаваться свой сорт, исходя из высокой чувствительности сои к фотопериодизму, как растения короткодневного по происхождению. В то же время им была установлена дифференцированная реакция сортов на продолжительность дня и ночи в зависимости от периода вегетации: чем он короче, тем менее чувствителен сорт к фотопериодизму. Поэтому скороспелые сорта могут иметь более широкий ареал распространения. Это подтверждается составом районированных сортов по разным зонам возделывания культуры. Так, в Дальневосточном регионе с ограниченными природными ресурсами тепла скороспелые сорта обеспечивают получение более стабильных урожаев и позволяют убирать зерно до наступления осенних заморозков [6].

Таким образом, оптимизируя сроки и способы посева, зная сортовую чувствительность сорта можно направленно изменять комплекс жизненно необходимых для сои условий, повышая урожай и его качество.

### **Библиографический список**

1. Н.А. Морозов. Районированные и перспективные сорта полевых культур Амурской области и технология их возделывания. Благовещенск, БСХИ, 1989. – 156 с.
2. Кузин В.Ф., Заикина Г.Ф. Вопросы воспроизводства сои, Хабаровское книжное издательство, Благовещенск, 1972. – 180 с.
3. Икоева Л.П., Хаева О.Э., Бацазова Т.М. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность сои в условиях предгорной зоны Рсо-Алания // Сельскохозяйственные науки. – 2019. – №56 (1). – С. 25-30.
4. Щегорец О.В. Соеводство. – Благовещенск, ООО «Издательская компания РИО», 2002. – 432 с.
5. Енкен В.Б. Соя / В.Б. Енкен. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры. 1959. – 653 с.
6. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои: Коллективная научная монография / Н.Д. Фоменко, В.Т. Синеговская, Н.С. Слободяник, О.О. Клеткина, Г.Н. Беляева, Е.Н. Мельникова, А.Я. Ала // ФГБНУ ВНИИ сои. – Благовещенск: ООО «Издательско-полиграфический комплекс «ОДЕОН», 2015. – 96 с.

## ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБОГАЩЕННОГО ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА

**Минин В.П.**, студент 2 курса магистратуры, технологический факультет

Научный руководитель: Карачевцева Н.О., канд.с-х.наук, доцент,  
доцент кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ  
Vova08.08.1995.28@mail.ru

**Аннотация.** Исследовано влияние внесения кунжутной пасты в различном соотношении в творожную массу на реологические свойства обогащенного продукта.

**Ключевые слова:** творожный продукт, кунжутная паста, вязкость.

За последние годы в рационе россиян выявлен недостаток белка, содержащего все незаменимые аминокислоты. Наиболее подходящей основой для белковых продуктов с функциональными свойствами являются молочные продукты, в частности творог и творожные изделия. В связи с этим разработка технологии творожных продуктов с растительными компонентами - обогатителями актуальна [1].

В качестве обогатительной добавки для повышения пищевой и биологической ценности и снижения сахароемкости продукта, в творожную массу была внесена кунжутная паста (тахини).

Измерения динамической вязкости исследуемого продукта производили на синусоидальном вибровискозиметре SV-10 фирмы «A&D» (рисунок 1). Измерения вязкости проводятся с помощью метода камертонной вибрации. За основу измерений берётся величина электрического тока, необходимая для того, чтобы поддерживать постоянную амплитуду вибрации сенсорных пластин вискозиметра в жидкой среде. Подобный метод позволяет проводить измерения в режиме реального времени с отслеживанием изменений вязкости и температуры образца, что и обеспечивает широкие функциональные возможности данных приборов.



Рисунок 1 –Синусоидальный вибровискозиметр SV-10

Низкочастотные сенсорные пластины, частота которых составляет 30 МГц, имеют амплитуду менее 1 мм, поэтому вырабатывают небольшую нагрузку на прибор. Следовательно,

при проведении измерений почти не увеличивается температура. Поэтому становятся возможными непрерывные измерения вязкости в течение некоторого времени. В приборе также присутствует температурный датчик, который обеспечивает измерение температуры исследуемого продукта [2].

При внесении в творог пасты тахини, увеличивается влажность творожного продукта. При исследовании влияния влажности творожного продукта на структурно – механические свойства, в образцах определяли эффективную вязкость с различным содержанием пасты (рисунок 2).

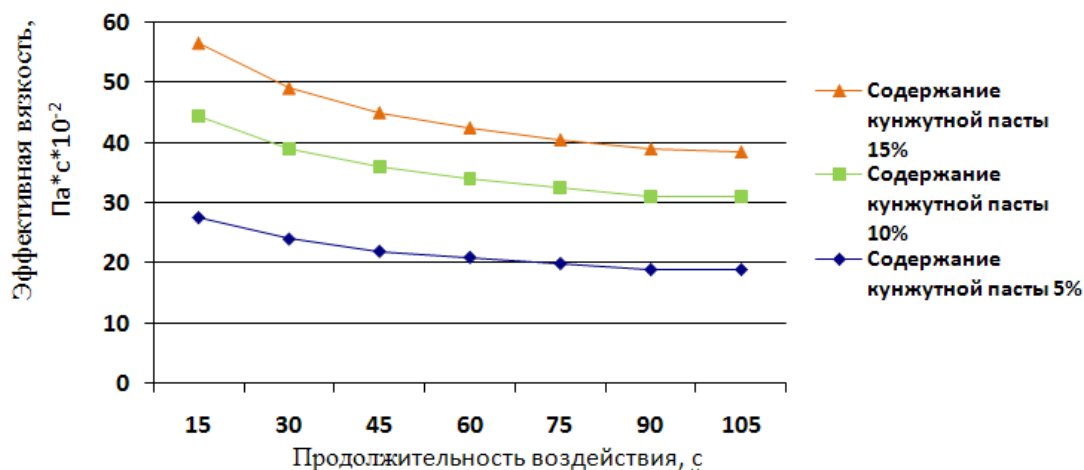


Рисунок 2 – Зависимость изменения эффективной вязкости от длительности воздействия при разрушении

У образцов с содержанием кунжутной пасты 5% - что соответствует влажности продукта – 58,9% наибольшая эффективная вязкость. Излишне сухая не пластичная творожная масса затрудняет фасовку на фасовочном автомате, для которого оптимальная влажность фасуемого продукта составляет 65%. Оптимальное количество кунжутной пасты составляет 10%, что соответствует влажности творожного продукта 64,3% - эффективная вязкость изменяется в сторону увеличения, но структура продукта становится более вязкой, что положительно отражается на работе технологического оборудования. При внесении в продукт 15% кунжутной пасты ухудшаются органолептические показатели готового продукта

Результаты исследования дают возможность сделать вывод, который имеет практическое значение - следует уменьшать производимый градиент скорости на всех стадиях технологического процесса.

Производство творожного продукта позволяет расширить ассортимент молочной продукции функционального назначения. Творожный продукт характеризовался мягкой мажущейся консистенцией, с наличием наполнителя, чистым, приятным кисломолочным вкусом с ароматом и привкусом кунжута и кремовым оттенком.

### Библиографический список

1. Карачевцева Н.О. Использование в творожных продуктах растительного сырья / Н.О. Карачевцева, А.Ю. Жаркова // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч.тр.; отв. ред. канд.техн.наук С.А. Кострыкина. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – Вып. 16. – С. 50-54.
2. Решетник, Е.И. Изучение возможности создания белкового продукта, содержащего функциональные добавки на основе растительного сырья Дальнего Востока / Е.И. Решетник, В.А. Максимюк, Е.А. Уточкина // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 51-55.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Орлова А.Э., студент 1 курса магистратуры, 1 года обучения,  
технологический факультет

Научный руководитель: Закипная Е.В., канд. с-х наук, доцент, доцент кафедры технология  
переработки сельскохозяйственной продукции

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет  
e-mail: elenazakipnaya@mail.ru

**Аннотация.** Использование молочного и растительного сырья при разработке технологии кисломолочного продукта является экономически целесообразным. Прежде всего, это доступность ресурсов, а именно - независимость производства продуктов от сезонных колебаний в качестве и количестве сырья, минимизация затрат на сырье, а также возможность осуществлять производство в зависимости от спроса на продукцию.

**Ключевые слова:** кисломолочные продукты, отруби, ингредиент, обогащение.

К наиболее важным функционально-технологическим свойствам добавок, используемых в производстве кисломолочных напитков, творожных продуктов, сыров следует отнести набухание, растворимость, совместимость с молочным сырьем, реологические свойства и другие. Однако эти условия не в полной мере учитывают механизмы поддержания биоценоза желудочно-кишечного тракта как основного компонента микробной экологии и резистентности организма. Главной чертой которых является, обращение к биоценозу кишечника. Под функционально-технологическими свойствами сырья принято понимать физико-химические характеристики, определяющие его поведение при переработке в пищевые продукты, а также способность обеспечивать желаемые структуру, технологические и потребительские свойства пищевых продуктов.

Использование отрубей в качестве растительного компонента при разработке функциональных продуктов на основе молока в основном обусловлено значительным содержанием волокон. Необходимость включения пищевых волокон в ежедневные рационы питания обоснована многими работами. Их недостаток приводит к развитию ряда заболеваний. Основное достоинство пшеничных отрубей это то, что они характеризуются повышенным содержанием пищевых волокон 53,3%, которые представляют собой комплекс гемицеллюлозы (27,2 %), целлюлозы (11,6 %) и лигнина (9,8 %) от абсолютно сухого вещества. В связи, с этим продукты, содержащие пшеничные отруби, будут оказывать соответствующее физиологическое воздействие: нормализация деятельности желудочно-кишечного тракта, выведение из организма тяжелых металлов, радионуклидов и других вредных соединений. Экологическая безопасность продуктов переработки зерна оценивалась по содержанию тяжелых металлов и пестицидов. Токсикологическая проверка показала, что образцы отвечали установленным требованиям по содержанию тяжелых металлов (при условии - у исходного сырья не превышены значения ПДК). Таким образом, низкое содержание токсических соединений позволяют отнести пшеничные зародыши и отрубей к разряду экологически чистых функциональных ингредиентов.

К группе кисломолочных продуктов относят молочные продукты, вырабатываемые на основе молочнокислого брожения, такие как творог, творожные изделия, сметана, кефир, простокваша, ацидофильные продукты, кумыс, йогурт. Наряду с высокой пищевой ценностью они обладают диетическими и лечебными свойствами, обусловленными наличием молочной кислоты и углекислого газа (кефир, кумыс), способствующих улучшению пищеварения, более высоким по сравнению с молоком содержанием витаминов С и В<sub>12</sub>. Создавая кислую среду в

кишечнике, молочная кислота оказывает благотворное влияние на процесс пищеварения. Молочная кислота обладает консервирующим действием, что увеличивает срок хранения кисломолочных продуктов. Часть молочнокислых бактерий выделяет антибиотики, которые подавляют возбудителей тифа, туберкулеза и других болезней [1,3].

Производство кисломолочных напитков осуществляется двумя способами: термостатным (молоко после внесения закваски разливают в бутылки, банки и переносят в помещения с определенной температурой — термостаты, где продукты получают с ненарушенным сгустком) и резервуарным (сбраживание и охлаждение молока осуществляются в резервуарах при периодическом помешивании, поэтому напитки имеют нарушенный сгусток).

В соответствии с ГОСТ Р 52349 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» функциональный пищевой продукт – это пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающих риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счёт наличия в его составе физиологически функциональных ингредиентов.

Физиологически функциональный пищевой ингредиент – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве от 10 % до 15 % от суточной физиологической потребности в расчёте на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтверждённый благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта. К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики [2].

Содержанием витаминов в отрубях обусловлено и то, что они содействуют быстрой регенерации тканей, улучшая состояние и внешний вид кожи, ногтей и волос. Употребляя в пищу отруби, человек укрепляет иммунную защиту организма и зрение.

Помимо витаминов и клетчатки в отрубях содержатся и такие ценные элементы как сера, марганец, фосфор, медь, цинк и йод, необходимые организму.

Следовательно кисломолочные продукты хорошо подходят в качестве молочно – белковой основы в разработке функционального пищевого продукта. А пшеничные отруби можно использовать как физиологически функциональный пищевой ингредиент за счёт их полезных свойств и витаминно-минерального состава.

### **Библиографический список**

1. Вождаев В.В. Исследование и разработка биотехнологии кисломолочных напитков, обогащенных бифидобактериями и пшеничными зародышевыми хлопьями: дис. кан. техн. наук: 05.18.04. / Вождаев Вячеслав Валерьевич – Кемерово, 2001. – 167 с. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-biotekhnologii-kislomolochnykh-napitkov-obogashchennykh-bifidobakt.> – 26.11.2016.
2. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 2005. - 12 с.
3. Закипная Е.В. Применение компонентов функционального назначения в технологии производства творожных продуктов/ Е.В. Закипная. – Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. Материалы 5 международной научно- технической конференции.- Благовещенск, 2018 С 122-126.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОКОНСЕРВАНТОВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ СИЛОСА В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ

**Пасечник Н. Н., студент 2 курса магистратуры,  
факультет ветеринарной медицины и зоотехнии**

Научный руководитель: Герасимович А. И., канд. с.-х. наук, преподаватель кафедры  
кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ  
overvalera@gmail.com

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментальных исследований, целью которых стало изучение влияния внесения биоконсервантов в процессе консервации на качество силоса и его питательность.

**Ключевые слова:** силос, биоконсерванты, крупный рогатый скот, молоко.

В Амурской области силос является основным сочным кормом в рационах крупного рогатого скота, и от качества силоса в значительной мере зависит полноценность рационов и молочная продуктивность коров. Однако при заготовке силоса на данном этапе хозяйства сталкиваются с целым рядом проблем. Во-первых, это технология заготовки силоса, при которой потери питательных веществ достигают 30 и более процентов. [1] Ну и во-вторых это конечно же погодные аномалии. Переувлажненность, наносит большой удар по кормопроизводству, ведь даже там, где удалось урожай силосуемой массы убрать, нарушение режимов влажности не позволяет запустить процесс консервации, что приводит к неминуемой порче сырья.

Одним из возможных способов решения проблемы является внесение биоконсервантов в силосуемую массу для стабилизации процесса ферментации. Данная технология позволяет блокировать нежелательные микробиологические процессы при силосовании. Ряд авторов отмечает, что использование биоконсервантов и химических консервантов позволяет получить силос высокого качества даже при избыточной влажности.

Научно-хозяйственный опыт по изучению использования различных биоконсервантов при заготовке кукурузного силоса был проведен в КФХ «Орта» Белогорского района, Амурской области. Было заложено 3 варианта силоса. Контрольный вариант силоса заложили без использования консервантов. Первый опытный вариант силоса заложили с внесением биоконсерванта "Биоплант Оптима". Второй опытный вариант силоса заложили с внесением биоконсерванта «Биоплант»-м.

Для получения данных по эффективности силосования различных биопрепаратов, произвели отбор проб и направили на лабораторный анализ. Пробы отбирались из лабораторных закладок в пластиковые бочки. (Табл. 1)

Таблица 1 Химический состав силоса, приготовленного с разными консервантами,

Показатель	Контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество, г	228,34	256,23	236,21
Сырой протеин, г	117,67	136,4	129,34
Сырой жир, г	30,75	32,66	33,75
Сырая клетчатка, г	227,98	276,32	258,23
Обменная энергия, МДж	9,01	9,23	9,14
Молочная кислота, г	52,91	91,56	72,56
pH, г-ион/л	4,85	4,16	4,61

Из данных таблицы мы видим, что силос, заготовленный с использованием биоконсервантов, отличается значительно лучшим химическим составом. Так в варианте №2 силос по показателям химического состава соответствует ГОСТ к первому классу качества по всем показателям, кроме содержания сырой клетчатки. Так содержание сырого протеина в опытных вариантах было выше на 15,9% и 9,9% соответственно в I и II опытном варианте соответственно.

Для изучения влияния силосов, приготовленных с использованием биоконсервантов на молочную продуктивность, был проведен научно хозяйственный опыт по введению в рационы изучаемых кормов. Методом пар-аналогов было сформировано 3 группы животных, по 5 голов в каждой. Условия содержания и кормления во всех группах были идентичными. Первая группа получала основной рацион где силос заготавливался без использования консервантов, вторая опытная получала рацион с введением силоса заготовленного с применением биоконсерванта "Биоплант Оптима". Третья группа получала основной рацион с введением в него силоса, заготовленного с применением биоконсерванта «Биоплант»-м. Молочную продуктивность определяли за 160 дней лактации. (Табл. 2)

Таблица 2 – Молочная продуктивность

Показатель	Контрольная	I опытная	II опытная
Среднесуточный удой, кг	14,35±1,02	16,52±0,92	15,29±0,88
Массовая доля жира,%	3,92±0,02	4,12±0,02	4,18±0,04*
Массовая доля белка,%	2,92±0,02	3,25±0,03	3,18±0,02

\* - (P<0,05)

Из данных таблицы 2 мы видим, что животные опытных групп превосходят контрольных по показателям молочной продуктивности. Лучшие показатели наблюдались у животных первой опытной группы. Так среднесуточный удой у коров первой опытной группы был выше контрольных животных на 15 %. Среднесуточный удой во второй опытной группе так же находился на высоком уровне и составил 15,29 кг на голову в сутки.

Экспериментальные данные показывают, что внесение биоконсервантов при заготовке силоса повышают его качество, способствуют лучшей сохранности питательных веществ и повышению энергетической ценности силоса, а также благоприятно сказываются на сроке хранения кормов. Научно-хозяйственный опыт по скармливанию силоса, законсервированного с применением биоконсерванта "Биоплант Оптима" показал рост среднесуточного удоя на 15% по сравнению с контрольным вариантом, что говорит о перспективности данного направления в кормопроизводстве Амурской области.

### Библиографический список

1. Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Евстратов А.И., Кирнос И.О. и др. Приготовление объемистых кормов с использованием консервантов различной природы//Рекомендации. -2005. -Дубровицы. -20 с.
2. Sharvadze R.L., Krasnoshchekova T.A., Perepelkina L.I., Samuylo V.V., Kurkov Y.B. Use of chelated forms of microelements contained in natural food resources in feeding animals within the territory of the Amur River region // EurAsian Journal of BioSciences. - 2018. - V.12(1). - P. 143-148.

## ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ АНФЕЛЬЦИИ КРАСНОЙ, НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

**Пензин А.А., студент 1 курса магистратуры,  
факультет ветеринарной медицины и зоотехнии**

Научный руководитель: Краснощекова Т.А. д-р. с-х. наук, профессор  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Аннотация.** В статье ставится задача рассмотреть влияние скармливания кормовой добавки, изготовленной из анфельции красной, на молочную продуктивность коров. Географическое расположение Дальневосточного региона даёт возможность широко использовать дешёвые морепродукты в кормлении животных, что в теории может снизить себестоимость получаемой продукции. Цель наших исследований – определить какое влияние анфельция красная окажет на молочную продуктивность.

**Ключевые слова:** кормление, нетрадиционные корма, водоросли, анфельция, продуктивность

В последние годы промышленность Дальневосточного региона выпускает комбинированные кормовые добавки из ингредиентов, завозимых с западных регионов страны, что из-за высоких транспортных тарифов отрицательно сказывается на себестоимости продукции [4].

Эффективным способом оптимизации белкового и минерального питания животных в условиях Приамурья может быть введение в состав кормовых рационов морепродуктов, в частности анфельции красной [2].

Морские водоросли обладают высокими вкусовыми качествами, хорошо поедаются животными и зарекомендовали себя как дополнительный источник биологически активных веществ в кормлении животных [1,3].

Анфельция (*Ahnfeltia*) содержит в себе гидроколлоиды, в том числе и каррагинаны, а также, не малое количество сырого протеина и сырой клетчатки [1]. Физико-химический анализ анфельции красной проведён в ФГБНУ «Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт» (табл. 1).

Таблица 1 - Химический состав анфельции красной, %

Показатели	Результат измерений в натур.корме
Влажность	12,92
Сырой протеин	163,35
Сырая клетчатка	154,85
Сырой жир	65,0
Сахар	15,4
Каротин	0
Сырая зола	59,05
Кальций	9,3
Фосфор	1,861

Для проведения опыта было сформировано по методу пар-аналогов две группы лактирующих коров, контрольная и опытная (табл. 2). Коровы из контрольной группы получали

рацион, принятый в хозяйстве. Коровы из опытной группы получали тот же рацион, но с включением в его состав 200 г кормовой добавки, изготовленной из анфельции, взамен части основного рациона, равной по общей питательности экспериментальной кормовой добавки. В период проведения опыта коровы находились на четвёртом месяце лактации.

Таблица 2 - Схема опыта

Группа	N	Условия кормления
Контрольная	8	Основной рацион, принятый в хозяйстве (ОР)
Опытная	8	ОР + 200 г добавки изготовленной из анфельции

Использование анфельции красной оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров (табл. 3)

Таблица 3 - Молочная продуктивность коров за период опыта

Группа	Подготовительный период		Учетный период			В % к контрольной группе
	средне-суточный удой, кг	жир в молоке, %	средне-суточный удой, кг	жира в молоке, %	4% молоко, кг	
Контрольная	10,54	3,65	10,9±0,7	3,7±0,06	10,1±0,7	100
Опытная	10,6	3,64	12,3±0,6	3,8±0,03	11,7±0,5	115,8

$p < 0,05$

Из данных таблицы 3 видно, что среднесуточный удой молока в учетный период был на 15,8% больше у коров из опытной группы по сравнению с контрольными. Кроме этого содержание жира в молоке, а как следствие и четырех процентного молока, повысилось. Разница, как по удою, так и по содержанию жира в молоке между опытной и контрольной группой статистически достоверна (табл. 3).

### Библиографический список

1. Белякова Г. А., Дьяков Ю. Т., Тарасов К. Л. Ботаника в 4-х томах. Т.1. Водоросли и грибы. — М.: ИЦ «Академия». — 2006.
2. Валерий Подольников, "Водоросли в рационах животных", Брянская ГСХА, Животноводство России, Июнь 2011.
3. Пи Ниваль Коллен, Эрвэ Дёмэ, Крюков В.С., Тарасенко В.Н., "Морские водоросли – прогресс в создании новых кормовых добавок" Компания «Олмикс», Франция 2014.
4. Влияние скармливания минерального премикса, изготовленного на основе нетрадиционных кормов, на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота / В. С. Усанов, Т. А. Краснощекова, В. Ц. Нимаева, С. Ю. Плавинский // Дальневосточный аграрный вестник. -2016. -№3. –С.8. – 10.
5. Sharvadze R.L., Krasnoshchekova T.A., Perepelkina L.I., Samuylo V.V., Kurkov Y.B. Use of chelated forms of microelements contained in natural food resources in feeding animals within the territory of the Amur Riverregion // EurAsian Journal of BioSciences. - 2018. - V.12(1). - P. 143-148.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

**Пьянцова С.В., студент 1 курса магистратуры, технологический факультет**

Научный руководитель: Гартованная Е.А., канд.техн. наук, доцент, доцент кафедры  
технологии переработки сельскохозяйственной продукции

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

e-mail: lena1973blag@mail.ru

**Аннотация.** Баранки являются исконно русским видом хлебобулочных изделий, использование в их рецептуре цельнозерновой муки, полученной из районированных сортов пшеницы, позволит расширить ассортимент и получить полезные изделия, обогащенные клетчаткой и минеральными веществами.

**Ключевые слова:** пшеница, хлебобулочные изделия, цельнозерновая мука.

Среди большого ассортимента продукции, вырабатываемой хлебопекарной промышленностью особое место занимают бараночные изделия, как национальный сорт изделий. Отечественные сушки и баранки имеют практически стопроцентный охват российского рынка. По данным исследований ГидМаркет, а также на основании данных РОСПиК и Росстата, рынок хлебобулочных изделий в нашей стране в 2018-2019 гг составил 11,05 млн тонн (2,7% к предыдущему году) в тоннах, при этом увеличился на 1,9% в рублях и составил 728,9 млрд руб. За последние годы рынок бараночных изделий, по оценкам экспертов, демонстрировал феноменальный рост - около 30% в год. Это объясняется любопытной демографической тенденцией – потребление населением недорогих хлебобулочных изделий, в особенности бараночных изделий[2].

В этом сегменте лидерство в западной части России удерживают такие известные национальные производители, как «Останкинский завод бараночных изделий» (г. Москва) и «Невская Сушка» (г. С. Петербург). В сегменте баранок первые два места на рынке занимают компании «Волжский пекарь» (г. Тверь) и «ОЗБИ» (г. Москва), в восточной части РФ крупным производителем является «Завод Алешина».

В традиционном производстве бараночных изделий используют пшеничную муку высшего и первого сорта с довольно высоким содержанием клейковины. Однако современные условия производства продукции диктуют свои требования и к этому виду изделий.

В настоящее время в пищевой промышленности большое внимание уделяется разработке новых видов хлебобулочных изделий с внесением цельнозерновой пшеничной муки. Выбор цельнозерновой пшеничной муки в качестве добавки связан с содержанием в ней минеральных веществ, витаминов, которые оказывают благотворное и оздоравливающее действие на кровеносную, сердечно-сосудистую, пищеварительную системы организма человека. Кроме того, главное ее отличие от обычной пшеничной муки высшего сорта – наличие клетчатки, неперевариваемых оболочек зерна, которые стимулируют перистальтику кишечника. В составе пшеничной цельнозерновой муки скомпенсировано обилие углеводов и белков, благодаря чему изделия из нее можно употреблять людям с избыточной массой тела.

В качестве сырья для цельнозерновой муки авторами были предложены районированные сорта пшеницы, полученные селекционной работой ученых агрономов Дальневосточного ГАУ, такие как «Амурская 90», Амурская75, Амурская 1495, ДальГАУ 5.

Исследование некоторых селекционных сортов для определения их пригодности в хлебопечении началось на базе технологического факультета, где в качестве объекта исследования были взяты разные сорта урожая 2018 года [1,3]. В лабораторных условиях оценивали количество и качество клейковины. Клейковина имеет большое значение в хлебопекарной

промышленности, определяя такие характеристики теста, как эластичность и упругость. Также она позволяет повысить водопоглощение при замесе теста, продлить его срок хранения, улучшить структуру и пористость.

При сравнении амурских селекционных сортов с сортами, полученными в южных регионах России, например сорта «Донщина» СПК «Красная звезда» Суровикинского района Волгоградской области и др., получены результаты, которые представлены в табл 1.

Таблица1 – Сравнительные показатели качества зерна

№ п/п	Показатели	Сорт Амурская -90	Сорт Ватан	Сорт Донщина	Сорт Амурская 75	Сорт ДальГАУ 5
1	Клейковина,%	28,57	36,5	28,1	43	33
2	Белок, %	14,4	15,3	13,9	15,4	14,9
3	Влага,%	8,29	8,7	8,20	8,10	8,20

Сравнительный анализ показал, что амурские сорта селекционной мягкой пшеницы, полученные в регионе с рискованным земледелием, по химическому составу практически не отличаются от сортов, произрастающих в более благоприятных районах для возделывания зерновых. Из сорта «Амурская 90» была получена цельнозерновая мука и введена в рецептуру баранок, в разном процентном соотношении [4]. Таким образом, подтверждается возможность прогнозирования и варьирования показателей качества изделий путем внесения различных дозровок цельнозерновой пшеничной муки.

### Библиографический список

1. Мищенко Л.Н. Сравнительная оценка качества зерна нового сорта яровой пшеницы с родительскими формами/Мищенко Л.Н., Терехин М.В., Проскуракова М.С.//Вестник Дальневосточного аграрного университета.- Благовещенск.-2016.-№2(38).-С. 18-21. 5.
- 2.Официальный сайт Росстата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/databases/emiss/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/emiss/)
3. Терехин М.В., Мищенко Л.Н., Рукосуев Р.В. Характеристика качества зерна и муки новых сортов амурской селекции// Дальневосточный аграрный вестник.-2011.-№2.-С
- 4.Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства: Учеб. для нач. проф. Образования / Т. Б. Цыганова.-М: ПрофОбрИздт, 2001.-432 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ОТ ФАКТОРА АККЛИМАТИЗАЦИИ

Татаренко И.Ю., м.н.с ДальНИИМЭСХ

Научный руководитель: Шишкин В.В., Зам. директора по инновациям и производству,  
к.с.-х.н.

ФГБНУ ДальНИИМЭСХ

dalniimesh@gmail.com

**Аннотация.** В статье ставится задача рассмотреть изменение молочной продуктивности крупного рогатого скота от фактора акклиматизация. В последние годы образовалась тенденция завоза высокопродуктивных коров из других областей (преимущественно южных) в районы с низким уровнем питательности кормов и резко континентальным с муссонными чертами климатом. Цель научной работы определить воздействия стрессового фактора акклиматизации на молочную продуктивность крупного рогатого скота и дать рекомендации по минимизации его воздействия на организм животного.

**Ключевые слова:** акклиматизация, скот, адаптация, гематология, лейкоциты.

Среди основных причин, влияющих на образование молока можно назвать следующие: порода и происхождение, возраст, живая масса и тип телосложения, время отёла, кормление, содержание, технология доения. Молочная продуктивность на 70% определяется уровнем и полноценностью кормления и на 30% - генотипом [1,2]. Но всё это характеризует физиологически полноценных, здоровых животных.

Широкое распространение получил завод высокопродуктивных коров и нетелей из ряда других регионов и стран. Весь положительный эффект от завоза животных, может быть полностью перечеркнут, таким фактором как акклиматизация.

Успех акклиматизации зависит, от биологических особенностей самих животных, и от тех условий, в которые они попадают. Иногда причиной неудачи является не только непосредственные климатические различия, но и особенности минерального состава почв и растущих на них кормовых растений.

Если в новых условиях, например, корма, климат, рельеф и высота местности, влажность воздуха, освещение и др. факторы не очень отличны от старых, то животные значительно легче приспосабливаются: при этом в строении и функциях организма может возникнуть даже нечто новое и полезное, которое постепенно становится породным наследственным свойством животных. Если эти условия очень контрастны и на помощь акклиматизируемым животным не приходит человек, то процесс акклиматизации проходит с огромным напряжением и что в конечном итоге приводит к снижению их продуктивности, частым болезням, а то и к смерти.

Определение влияния акклиматизации (адаптации) на молочную продуктивность коров.

Под адаптацией в биологии понимается процесс приспособления строения и функций организмов и органов к условиям среды. Вместе с тем любая адаптация есть результат, приспособления конкретного организма на изменения окружающей среды, поскольку в ходе развития, организм претерпевает порой существенные изменения. Более того, понятие "адаптация" уже давно вышло за пределы породившей его биологии и широко используется при характеристике систем технического и общественного порядка. Термины "норма", "саморегулирующая система", "выживаемость", "социальная адаптация" и т.д. имеют в плане адаптации сходное содержание в сфере естественных, технических и общественных наук. Тем не менее,

понятие адаптации остается сугубо биологическим, отражающим самое существенное в живой материи – ее свойство стремиться к равновесию.

Акклиматизацией называют процесс приспособления, или адаптации, организма животных к новой для них среде обитания, климатогеографическим и природным условиям, а также к условиям кормления, содержания и т.д. Акклиматизированными считаются те животные, которые под влиянием новых условий жизни активно приспособились к существованию, размножаются, дают жизнеспособное потомство и проявляют высокую продуктивность. Степень приспособляемости организмов различна, не каждое животное, не все породы могут акклиматизироваться [3].

Для исследования зависимости продуктивности коров от фактора «Акклиматизации» в АО «Луч» Ивановского района была проведена выборка по методу групп-аналогов показателей продуктивности коров (красно-пёстрой породы, равного лактационного возраста, 2013 года отёла), из учетной документации за период с 2007 – 2017 гг. Опытная группа (Неакклиматизированные) – животные завезённые из Красноярского края в 2012 году нетелями, отелившиеся (начало лактации) в 2013 году; Контрольная группа (Акклиматизированные) – третьей поколение приплода нетелей, завезённых в 2007 году и отелившихся (начало лактации) в 2013 году.

Биометрическую обработку показателей, используемых при подборе опытных групп и полученных результатов исследований, проводили по методике Н.А. Плохинского [4].

В результате математической обработки полученных данных исследований, было установлено что  $t$  (критерий достоверности) меньше табличного, на основании чего можно сделать вывод, что фактор «Акклиматизация», не оказывает значительного влияния на молочную продуктивность животных, наибольший критерий достоверности был в первом году после завоза животных, а далее снижался. Это можно объяснить, что, завезенные из Красноярского края, близкого по природно-климатическому характеру к Амурской области, быстро проходили период адаптации, не снижая уровня продуктивности.

Исходя из этого можно сделать вывод, что завоз животных с территорий близких по природно-климатическим условиям к Амурской области, вполне возможен, без риска снижения продуктивности и с высокой степенью адаптации завезенных животных.

### **Библиографический список**

1. Технологическое и техническое обеспечение молочного скотоводства. Состояние, стратегия развития: Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформротех», 2008. – 228 с.
2. Концепция сохранения продуктивного здоровья коров в условиях Амурской области / Ю. Гаврилов, Г. Гаврилова, Т. Кручинкина и др. – Благовещенск: ДальЗНИВИ, 2010. – 17 с.
3. Национальная экономическая энциклопедия [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. Режим доступа: <http://vocabulary.ru/termin/akklimatizacija.html>
4. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н.А. Плохинский. - М.: Издательство МГУ, 1977.

## ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА

**Трухин И.С., студент 3 курса бакалавриата, факультет строительства и природообустройства**

Научный руководитель: Гребенщикова Е.А., канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
ilya\_truhin@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям оценки условий труда в производственных помещениях цокольного этажа. Проведены исследования по нескольким видам освещения и общей площади поражения плесневыми грибами.

**Ключевые слова:** здоровье человека, плесень, освещение

Проведения любых занятий, в том числе и различных видов работ на цокольных этажах проводить небезопасно для человека, по причинам возможного подтопления и наводнения, а также не достаточного освещение, что негативно влияет на здоровье. Подтопление и наводнение приводят к необратимым последствиям: повышение влажности, в результате приводящее к появлению плесени на конструкциях и элементах зданий, в результате чего ухудшается состояние здоровья людей работающих там. Недостаточная освещенность помещений влияет на зрение человека.

Расположение производственных помещений в подвальных, цокольных этажах и на участках, имеющих недостаточное естественное освещение на постоянных рабочих местах (коэффициент естественной освещенности менее 0,1%), допускается предусматривать при наличии специального обоснования только в случаях, когда это необходимо по технологическим условиям [1].

Нами было проведено исследование цокольного этажа производственного здания, на освещенность и поражение стен плесневыми грибами в период наводнения.

Наличие сырости помещений определяли на основе следующих признаков: утечка воды и повреждение водой, появление вздутий на настенных покрытиях и изменение их цвета, а также видимого роста плесневых грибов на внутренних стенах. Оценка поражений плесенью проводилась визуально. В результате обследований, было выявлено, что 4,2 % (56,4 м<sup>2</sup>) от общей площади стен 1355,9 м<sup>2</sup> поражены плесневыми грибами.

Причинами возникновения плесени, являются: повышенная влажность; нарушенная система вентиляции; промерзание стен; грунтовая сырость; нарушения в системе отопления; протечки [2].

Если не принимать меры по предупреждению ее роста она будет влиять на здоровье находящихся людей в этом здании. Развитие ее может достигать больших размеров, так как она проникает в швы кирпичной кладки и плит перекрытия. Во время своего развития плесень способна выделять опасные для здоровья токсины и споры. Токсичные продукты жизнедеятельности гриба, а также споры начинают проникать вверх при помощи воздушных потоков, нанося тем самым вред людям и повреждая внутреннюю отделку помещений. После этого споры и токсины проникают в дыхательные пути человека. Приводя, к неблагоприятным последствиям, таким как: повышенная утомляемость, раздражительность, кожные высыпания и т.д. Помимо влияния на человека, плесень вредит и конструкциям здания.

Изучение и оценка освещенности цокольного этажа производственного здания выполнялись согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Санитарные правила и нормы. Гигиенические

требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [3].

В исследуемых помещениях были проведены замеры освещенности рабочего места при помощи люксметра «ТКА - ЛЮКС», следуя указаниям инструкции к данному измерительному прибору. Измерения показываем в люксах (лк) [4].

В помещениях, которые находятся на цокольном этаже, средний коэффициент освещенности в утреннее время составил 1,4%, а среднее значение КЕО в дневное время 1,9%, данные значения находятся рядом с нормируемым значением.

Сравнив результаты освещенности с требуемыми нормами СанПиНа, были выявлены проблемы с естественным освещением в помещениях находящихся на цокольном этаже. Это может быть связано с тем, что исследуемые помещения здания находятся ниже уровня земли, поэтому в них недостаточно солнечного света.

Меры, направленные на устранение источников сырости и плесени, включают удаление источников сырости и плесени и ремонт нарушенных конструкций зданий, в том числе удаление поврежденных или загрязненных материалов. Основой для успешного осуществления таких мер является определение источника проблемы, а не простое устранение ее последствий. По сути это означает предупреждение накопления сырости [5].

Таким образом, наши исследования показали, что размещение производственных помещений на цокольных этажах зданий не следует производить из-за некоторых существенных причин. Недостатка освещения и возможного поражения плесенью стен цоколя, в результате переувлажнения стен цокольного этажа. В ходе работы нами были разработаны мероприятия по устранению сырости и плесени здания. На первом этапе необходимо произвести прогрев и полную сушку помещения при помощи тепловых пушек. Затем выполнить зачистку пораженных плесенью настенных и потолочных покрытий, с последующей обработкой стен и потолков специальными средствами, для предотвращения повторных поражений плесенью в будущем. По уничтожению плесневых грибов можно использовать кварцевые или ультрафиолетовые лампы на замену специальным средствам. Второй этап должен включать проверку вентиляционной системы на работоспособность. Так как подверженное поражению плесени помещение, является подвальным, то оно постоянно испытывает действие грунтовых вод, из этого следует, предпринять дополнительный слой гидро- и теплоизоляции. Сравнив результаты освещенности с требуемыми нормами СанПиНа, были выявлены проблемы с естественным освещением в помещениях находящихся на цокольном этаже. Наши рекомендации по данным помещениям, использовать совмещенное освещение для проведения деятельности, в утреннее время.

### **Библиографический список**

1. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменениями 1, 2). М.: Минрегион России, 2011.
2. Плесень в квартире: причины появления и способы борьбы с заразой [Электронный ресурс]: ОВИ / Ремонт и строительство. – Электрон. дан.- Слынько, 2018. - Режим доступа: <https://diy.obiv.ru/articles/plesen-v-kvartire-prichini-poyavleniya-i-sposobi-borbi-s-zarazoi-20565/>
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 - 03 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав РФ, 2003.
4. Апсаликов, Э.О. Исследование освещенности учебных аудиторий при помощи люксметра / Э.О. Апсаликов, Г.Б. Ибрагимова, Г.В. Мальгин. [Текст] / под ред. Г.В. Мальгина. - Омск: Омский государственный технический университет, 2017. – С. 77-81.
5. Кремлинг, О. Технические и стратегические рекомендации по снижению риска для здоровья, обусловленного воздействием сырости и плесени [Текст] / О. Кремлинг // Влияние мер, направленных на устранение источников сырости и плесени: отчет о проекте. – Дания, 2010. – С. 7-8.

## АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОГО ДОМА В СЕЛЕ ИВАНОВКА

**Шилова П. К.**, студент 3 курса бакалавриата, факультет агрономии и экологии

Научный руководитель: Козлова Анна Борисовна, канд.биол.наук, доцент кафедры садоводства, селекции и защиты растений

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет

e-mail: polinashilova97@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты проведения архитектурно-ландшафтного анализа дворовой территории частного жилого дома в селе Ивановка. В ходе проведения исследования территории были выявлены: состав древесно-кустарниковой растительности, состояние насаждений, положительные и отрицательные стороны рельефа местности, а также общая оценка состояния дворовой территории. На основании полученных результатов, были сделаны выводы по общему состоянию проектируемой территории.

**Ключевые слова:** архитектурно-ландшафтный анализ, дендрологический анализ, дворовая территория, благоустройство, зонирование территории

Актуальность разрабатываемой темы обусловлена тем, что с помощью благоустройства решаются задачи создания благоприятной среды с обеспечением комфортных условий для проживающих на данной территории. При выполнении комплекса мероприятий они способны значительно улучшить экологическое состояние и внешний облик, создать более комфортные микроклиматические, санитарно-гигиенические и эстетические условия проживания [4].

Архитектурно-ландшафтный анализ территории является обязательным этапом выполнения проектной документации. Объем и содержание архитектурно-ландшафтного анализа зависит от места расположения, значимости и функциональной насыщенности объекта, расположения территории относительно градостроительной ситуации, природно-климатических характеристик и других факторов [2].

С помощью методики Кулаковой С. А. в сентябре 2019 года была произведена инвентаризация растительности, а также визуальная оценка деревянистых насаждений. На проектируемой территории был проведен дендрологический анализ, где на основе полученных данных была составлена ведомость древесных насаждений [1]. Для определения видового состава древесной растительности использовался «Определитель растений Приморья и Приамурья» [3]. В ходе архитектурно-ландшафтного анализа были выполнены: замеры территории и находящихся в ней объектов, фотофиксация, оценка существующего положения и возможности использования качеств ландшафта для дальнейшего проектирования [2].

Проектируемый объект относится к территории ограниченного пользования – территория под жилую застройку. Частный жилой дом имеет 1 этаж, площадь двора составляет 1500 м<sup>2</sup>. Объект окружен улицами Кирова, Бондоренко, Рабочая и Пионерская.

С южной западной и северной стороны от исследуемой территории находятся жилые застройки частного сектора.

На территории располагаются следующие зоны: хозяйственная, отдыха, сада и огорода. Хозяйственная зона представлена гаражом, туалетом, хозяйственными постройками бельевой площадкой. Зона для отдыха представлена местом с беседкой, мангалом, бассейном, столом и лавочками. Жители дома располагают машину с западной стороны дома, в гараже.

Есть четко обозначенная дорожно-тропиночная сеть внутри двора, покрытия отсутствуют. Тротуар со стороны улицы находится в плохом состоянии, имеются многочисленные трещины. Большая часть территории не задействована.

Дендрологический анализ показал, что на территории произрастают следующие виды деревьев: яблоня домашняя (*Malus domestica*) и слива маньчжурская (*Prunus mandshurica*).

Ассортимент кустарников представлен следующими видами: смородина черная (*Ribes nigrum hort.*) в количестве пяти штук. Зона зеленых насаждений составляет 37% от площади территории (норматив 40% и выше). На территории размещены не многочисленные посадки древесной растительности, нуждаются в проведении санитарной обрезки насаждений. Цветники отсутствуют. Декоративно-эстетическая оценка зеленых насаждений средняя, что объясняется не ухоженностью растений. Деревья и кустарники высажены согласовано с требованиями СанПиН 2.1.2.2645–10" п.2.4. [5].

Тип пространственной структуры территории – полуоткрытый с равномерным размещением деревьев. Стилизованные направления отсутствуют, визуальные точки и связи не сформированы, перспективными зонами для их формирования являются зона отдыха, огорода и сада.

В результате архитектурно-ландшафтного анализа, мы пришли к выводу, что требуется зонирование территории, разработка дорожно-тропиночной сети, рациональное расположение МАФ; оформить входную зону и изолировать хозяйственную зону. Приведенные мероприятия будут способствовать улучшению привлекательности и повышению имиджа территории. Так же было выявлено что необходима реконструкция и санитарная обрезка древесно-кустарниковых растений, нет единого подхода в благоустройстве объекта проектирования, отсутствуют малые архитектурные формы. Для решения данной проблемы необходимо разработать единую дизайн-концепцию решения дворовой территории.

### Библиографический список

1. Кулакова, С. А. Оценка состояния зеленых насаждений города / С. А. Кулакова // Географический вестник. – 2012. – № 4. – С. 59-66.

2. Киреева, Т. В. Архитектурно-ландшафтный анализ. Часть II / Т. В. Киреева. – Нижний Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2010. – 29 с.

3. Определитель растений Приморья и Приамурья / Д.П. Воробьев, В.Н. Ворошилов, П.Г. Горовой, А.И. Шретер – Москва-Ленинград: Изд-во Наука, 1966 г. – 465 с.

4. Тарбеева Д. А. Важность лесопарковой и рекреационной зон для поддержания экологического баланса в микрорайоне Эльмаш города Екатеринбурга / Д. А. Тарбеева, Ю. Р. Зобнина, / Молодой ученый. – 2016. – №17. – С. 363-367. – URL: <https://moluch.ru/archive/121/33451/> (дата обращения: 18.02.2019).

5. СанПиН 2.1.2.2645–10" п.2.4. Гигиенические требования к участку и территории жилых зданий при их размещении: с изм. на 27 декабря 2010 года // Техэксперт: [сайт] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902222351> (дата обращения: 20.02.2019).

## ОПЫТ ГРАНУЛИРОВАНИЯ СОЕВОЙ ПОЛОВЫ

**Шульженко Е.А., научный сотрудник, Татаренко И.Ю., младший научный сотрудник**  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный  
научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»  
(ФГБНУ ДальНИИМЭСХ)  
dalniimesh@gmail.com

**Аннотация.** В 2019 году в ФГБНУ ДальНИИМЭСХ были проведены поисковые опыты по гранулированию соевой половы. По результатам экспериментов определены зависимости температуры ствола гранулятора от площади винтовой поверхности шнека, а также получен продукт (гранулы соевой половы) отвечающий требованиям с температурой гранулирования 70-80 °С.

**Ключевые слова:** соевая полова, гранулирование, температура, шнек.

Одним из альтернативных недорогих источников грубого корма, может являться соевая полова, получаемая в качестве побочного продукта при производстве сои. Анализ биологического урожая сои за период уборки 2000-2017 гг. (по данным С.П. Присяжной и др. [4], а также по данным лаборатории «Механизации уборки сельскохозяйственных культур ФГБНУ ДальНИИМЭСХ») [3] показал, что выход половы к зерну составляет в среднем 45-50% с кормовым достоинством 0,52-0,58 овсяной кормовой единицы.

Применение половы на кормовые цели затрудняется из-за ее малого объемного веса и, как следствие, высоких затрат на транспортировку и хранение, а также отсутствия специальных средств для её обработки. По результатам исследований 2016-2019г. наиболее подходящим способом уплотнения соевой половы является гранулирование. Гранулирование – формирование твердых частиц (гранул) определенных размеров (3-25 мм) объемной массой 600-1300 кг/м<sup>3</sup> [2].

При анализе существующих технологий гранулирования растительных материалов, было выявлено отсутствие исследований процесса гранулирования соевой половы. Оборудование по гранулированию половы должно обеспечить стабильное получение гранул, при любых колебаниях влажности и фракционного состава половы. Поэтому разработка эффективной, рентабельной и наименее энергозатратной технологии и технологической линии для гранулирования соевой половы является перспективным направлением.

В 2019 году в ФГБНУ ДальНИИМЭСХ были проведены поисковые опыты по гранулированию соевой половы. При проведении опытов изучалось влияние площади винтовой поверхности шнека гранулятора на температуру гранул соевой половы. Опыты проводились на модернизированном шнековом прессе ХР-3.

В экспериментах использовалась полова средней влажностью 19%, средняя длина частиц 40 мм, фильера гранулятора с диаметром выходного отверстия 16 мм прямой формы. Поисковые опыты состояли из пяти однофакторных экспериментов, где фиксированным значением была площадь винтовой поверхности шнека  $S$ , м<sup>2</sup>, а контролируемым параметром – температура гранул.

При проведении опытов фиксировались время проведения и температура гранул на выходе гранулятора. Измерения температуры гранул проводились пирометром с пределом измерений 330 С<sup>0</sup>, погрешностью ±1,5 С<sup>0</sup>. Повторность опытов, равная трем, выбрана в соответствии с тем, что наибольшей ошибкой для большинства технических измерений является  $\Delta l = \pm 3\delta$ . [1].

Результаты экспериментов представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица – 1 Поисковые опыты по гранулированию соевой половы с определением влияния площади винтовой поверхности шнека на температуру нагрева ствола гранулятора

№ шнека	Шаг шнека, мм	Площадь винтовой поверхности шнека, м <sup>2</sup>	Разница площади по сравнению со стандартным шнеком в %	Средняя влажность половы, %	Средняя температура ствола гранулятора Т, С <sup>0</sup> при продолжительности подачи половы				
					1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин
1	10	4,08·10 <sup>-4</sup>	-	18,5	24	46	85	110	124
2	12	3,3·10 <sup>-4</sup>	-19	18,9	23	37	76	105	117
3	12	3,86·10 <sup>-4</sup>	- 5,2	18,6	23,5	41	80	108	122,5
4	8	4,86·10 <sup>-4</sup>	+ 19	19,2	26	48	87	113	125
5	16	5,46·10 <sup>-4</sup>	+ 34	18,7	27	55	93	116	128

По результатам экспериментов выявлено, что при уменьшении площади винтовой поверхности шнека от  $5,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  до  $3,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  (на 65%), температура ствола уменьшилась на 9 С<sup>0</sup> (9,4%). Установлено, что площадь винтовой поверхности (шаг шнека, длина шнековой области, толщина витка) существенно влияет на температуру ствола гранулятора.

При проведении опытов со шнеком №2 были получены гранулы соевой половы (рисунок 1), которые соответствовали требованиям ГОСТ 23513-79 [2], с оптимальной температурой гранулирования 70-80 °С, плотностью 700 кг\м<sup>3</sup> и крошимостью 8%.



Рисунок 1 – Образцы гранул соевой половы.

### Библиографический список

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – С. 93-147.
2. ГОСТ 23513-79. Брикетты и гранулы кормовые. Технические условия. -М.: изд. стандартов, 1979.
3. Михалев В.В. Замена производства сена использованием в кормлении скота соевой половы / Михалев В.В., Шульженко Е.А.// Бюллетень науки и практики. 2018. Т.4. №8. С. 90-93
4. Присяжная С.П. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои: монография/ – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 202 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВОГО ЭКСТРАКТА НУТА

**Юркова А.А., магистрант 2 года обучения, технологический факультет**

Научный руководитель: Решетник Е.И., д-р.техн.наук, профессор, профессор кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ  
miss.shadow@bk.ru

**Аннотация.** Исследовано влияние температуры и применения различных экстрагентов на процесс экстрагирования белков нута. В ходе начных экспериментов подтверждён эффект гелеобразования при участии белков нута.

**Ключевые слова:** экстрагирование, нутовые белки, гидромодуль.

Обоснование и создание технологии новых продуктов с использованием нута открывает новые возможности в переработке ценного белкового сырья и создании новых обогащенных продуктов питания [1]. Выбор направления исследований связан с проблемой поиска путей ликвидации дефицита белка и эффективных способов получения и использования ценных белковых компонентов плодов нута.

Известно, что скорость и степень извлечения компонентов из растительного сырья зависит от размера частиц сырья, температуры, состава и активной кислотности среды, продолжительности процесса экстрагирования. В работе учитывались проведённые эксперименты, где было установлено, что независимо от pH среды, вида растворителя и сортовых особенностей белков нута экстрагирование проходит интенсивно в интервале температур (4-55)°С. При температурах выше заявленного предела превалируют денатурационно-коагуляционные процессы, что снижает эффект растворения и, следовательно, выделение белков. На этом этапе изучали кинетику экстрагирования сухих веществ и белков из частиц нута разной дисперсности (0,45 мм, 0,30 мм и 0,15 мм) дистиллированной водой (pH=5,9), водными растворами натрия углекислого кислого и гидроксида натрия (pH=8,5 и pH=9,0), водными растворами хлористоводородной кислоты (pH=2 и pH=4) и творожной сывороткой (pH=4,4) при температурах 25 °С, 35 °С, 45 °С.

Частицы нута получали измельчением предварительно отшелушенных цельных плодов. В ходе экспериментальных исследований установлено, что через 45-50 мин для мелких частиц (0,15 мм) и 60-80 мин для более крупных (0,45 мм) устанавливался постоянный уровень массовой доли сухих веществ и белков в экстракте. Для исследования динамики процесса экстрагирования определяли изменение массовой доли общего азота в экстракте с пересчётом на массовую долю белков (коэффициент 6,25) на 15-ой и 45-ой минуте после начала опыта для мелких частиц и 15-ой и 75-ой минуте для крупных [2].

В ходе эксперимента получены данные о том, что независимо от температуры экстрагируется 17-19 г из крупных и 16-18 г белков/100 г из мелких частиц при соотношении образца и экстрагента 1:10 для pH=2,0, pH=5,9, pH=8,5, pH=9,0. Исключение составляет pH=4, где экстрагируется 5,0-6,0 г белков нута. Использование сыворотки в качестве экстрагента привело к снижению экстрагирования сухих веществ до 19 г/100 г нута по сравнению с 20-30 г/100г нута в дистиллированной воде и в растворе натрия углекислого кислого и белков до 11,0-11,5 г/100г нута. Это объясняется нахождением белков в изоэлектрической точке и, соответственно, снижением эффекта экстрагирования.

Полученные данные подтверждают целесообразность использования в качестве экстрагентов нейтральных сред. Установлено, что в растворе натрия углекислого кислого свободно-дисперсная система переходит в связаннодисперсную структурированную систему (гель). Этот эффект усиливается с повышением температуры.

Таким образом, в процессе экстрагирования был подтверждён эффект гелеобразования при участии белков нута. Визуальные наблюдения и органолептическая оценка дают основание подтвердить, что белковая система нута гетерогенная и состоит из водо- и солерастворимых фракций.

На следующем этапе представляло интерес изучить минимальное количество экстрагента для максимального выделения белков из частиц нута размером 0,15мм. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду при температуре 40°C (1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9, 1:10, что соответствует удельному расходу экстрагента 5, 6, 7, 8, 9, 30 г на 300 г нута), время экстракции 30 минут. Установлено, что рациональное значение гидромодуля составляет 1:7 (удельный расход дистиллированной воды 7 кг на 1 кг нута).

Меньшее соотношение приводит к снижению эффекта экстрагирования, уменьшению активной кислотности нутевого белкового экстракта, более высокое - нежелательному увеличению разведения белков, лишнему расходу воды. Экспериментально установлено, что количество извлечённых веществ пропорционально продолжительности процесса экстрагирования, однако следует учитывать, что после 30 минут происходит снижение скорости извлечения растворимых сухих веществ. Время выдержки смеси менее 30 минут не дает полноты экстракции белковых фракций, а более длительное экстрагирование неоправданно удлиняет технологический процесс без улучшения качественных показателей. Продолжительное экстрагирование не целесообразно и с экономической точки зрения. Процент выхода нерастворимого осадка находится в пределах 15-20 %.



Рисунок 1 - Внешний вид нутевого белкового экстракта в зависимости от гидромодуля

Таким образом, экстрагирование белков нута целесообразно проводить в дистиллированной воде при гидромодуле 1:7 в течение 30 минут при температуре 40°C, размер частиц не более 0,15 мм. Так как ингибиторы протеаз хорошо экстрагируются водой, то следует учитывать этот факт при составлении технологических режимов получения экстракта.

### Библиографический список

1. Захарова Л.М. Готовые решения оптимизации производства для переработки молочного сырья в Сибирском регионе / Л.М. Захарова // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: матер. 4-й всерос. науч.-практ. конф. (г. Благовещенск, 20 фев. 2020 г.). - Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020.- С. 67-73.
2. Решетник, Е.И. Изучение возможности создания белкового продукта, содержащего функциональные добавки на основе растительного сырья Дальнего Востока / Е.И. Решетник, В.А. Максимова, Е.А. Уточкина // Техника и технология пищевых производств. -2011.-№ 4.-С.

# **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТАВКИ НАЛОГА В СРЕДЕ SIMULINK

**Безруков М.Д., студент 4 курса, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Максимова Н.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент,

зав. кафедрой математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

knnamursu@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлена имитационная модель оптимальной ставки налога, проведен однофакторный имитационный эксперимент.

**Ключевые слова:** моделирование оптимальной ставки налога, SIMULINK

Рассмотрим непрерывную математическую модель [1]. Сумма налоговых поступлений от предприятий за моделируемый период накапливается на бюджетных счетах и представляется интегралом:

$$BD(t) = \int_{tb}^{tf} PRF(t) \cdot TXRT dt,$$

где  $BD(t)$  – сумма, поступивших в бюджет средств от начала моделирования к моменту  $t$ , руб.;  $PRF(t)$  – доналоговая прибыль (profit), получаемая предприятием в момент  $t$ , руб/год;  $TXRT$  – ставка налога на прибыль (taxrate);  $t$  – текущее время, год;  $tb$  – начальный (begin) момент моделирования;  $f$  – последний (final) момент моделирования.

Капитализируемый предприятием за время моделирования остаток прибыли равен

$$CP(t) = \int_{tb}^{tf} PRF(t) \cdot (1 - TXRT) dt.$$

Прибыль в момент  $t$  вычисляется по формуле  $PRF(t) = CP(t) \cdot RN$ , где  $RN$  – рентабельность капитала предприятия. Задается как параметр предприятия, исходное данное.

В данной работе построим соответствующую дискретную модель задачи. Построение имитационной модели осуществим в подсистеме SIMULINK ППП MATLAB [2]. Результатом проделанной работы будет модель системы и пустые окна регистраторов (рис.1).

Запустив модель из меню Simulation, наблюдаем в окнах Score изменение показателей предприятий и бюджета во времени: рост поступлений прибыли, отчислений по налогу в бюджет и капитализацию нераспределенной прибыли бизнесом.

Установим:

- 1) начальный капитал фирмы (в окне свойств блока «Business» значение для InitialCondition), равный 1;
- 2) ставку налога (поле ConstantValue блока «TaxRate»), равную 0.3;
- 3) рентабельность (поле ConstantValue блока «Rntb»), равную 0.5, и «прогоним» модель.

В итоге в окне Display получаем значение 8.189 (это сумма налоговых поступлений за указанный период), в окне Display1 – значение 7.037 (это собственный капитал фирмы за указанный период). В окнах Score и Score1 получаем соответственно налоговые поступления в бюджет и прирост капитала фирмы за указанный промежуток времени (рис. 2).

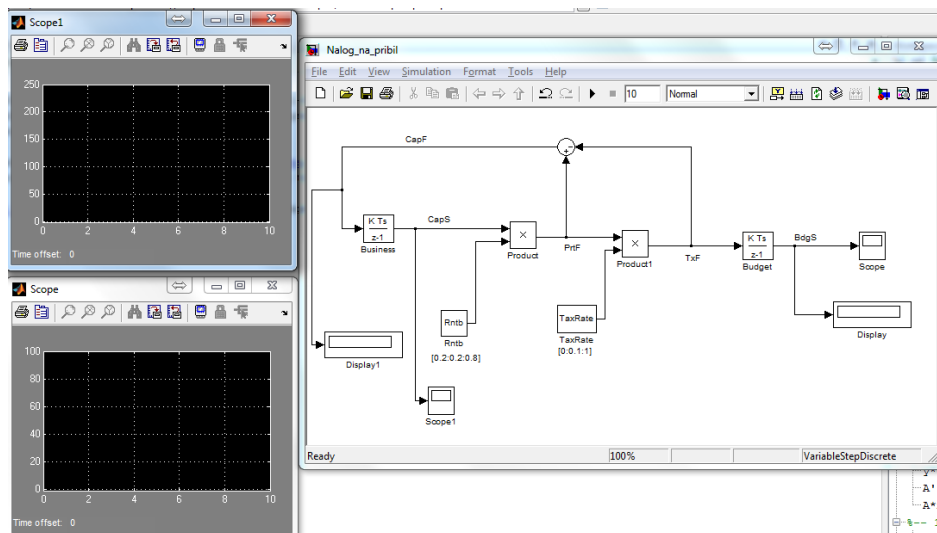


Рисунок 1 – Блок-схема имитационной модели налогообложения

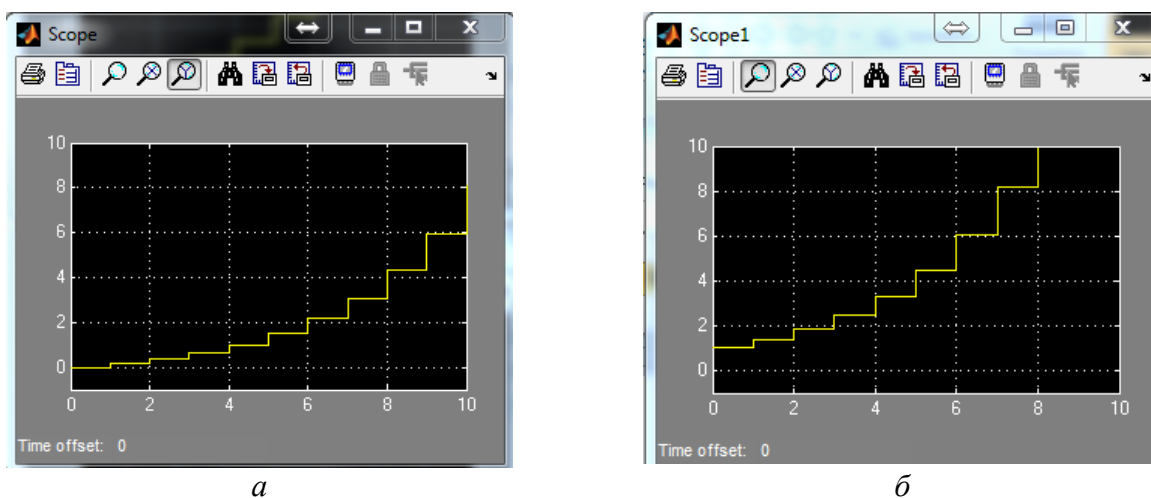


Рисунок 2 – Графики поступления средств в бюджет (а) и роста капитала фирмы (б)

Зафиксируем значение рентабельности 0.5, будем изменять значение ставки налога от 0 до 1 с шагом 0.1; построим таблицу зависимости бюджета и капитала фирмы от ставки налога. Тогда наибольший капитал фирмы будет соответствовать нулевой налоговой ставке, однако наибольшая сумма налоговых поступлений будет не при максимальной налоговой ставке (в этом случае капитал фирмы будет равен нулю), а при оптимальной налоговой ставке. В нашем случае, оптимальной будет налоговая ставка, примерно равная 40 %.

Для того, чтобы выяснить значение оптимальной налоговой ставки при различных значениях рентабельности следует проводить двухфакторный имитационный эксперимент.

### Библиографический список

1. Кугаенко, А.А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития / А.А. Кугаенко. – 2-е изд. – М.: Вузовская книга, 2005. – 392 с.
2. Работа с MATLAB и Simulink: метод. указания к лабораторным работам / сост.: В.В. Регода, О.Н. Регода. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. – 72 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧАСТИЦУ ДВУХ-СЛОЙНОЙ СФЕРЫ ZnO/SiO<sub>2</sub> В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ GEANT4

Дудин А.Н., аспирант 3 года обучения, инженерно-физический факультет

Научный руководитель: Нешищенко В.В., д-р физ.-мат. наук,

доцент, доцент кафедры физики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

andrew.n.dudin@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты физико-математического моделирования радиационного воздействия пучка протонов на частицу двухслойной сферы ZnO/SiO<sub>2</sub>, в программном пакете GEANT4. Рассчитана концентрация образовавшихся первичных дефектов, установлена зависимость концентрации дефектов от числа налетающих протонов.

**Ключевые слова:** оксид цинка, диоксид кремния, моделирование, дефекты, GEANT4

В настоящее время все больше времени уделяется вопросам радиационной стойкости космических летательных аппаратов. Это связано с увеличением числа и внутренней сложности вычислительных компонент, а также с временем эксплуатации. Порошки на основе оксида цинка (ZnO) традиционно применяются в качестве пигмента терморегулирующих покрытий космических аппаратов. По фото- и радиационной стойкости они занимают одно из первых мест среди таких пигментов, как TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zn<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>, MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, BaTiO<sub>3</sub> [1]. Поэтому разработка способов повышения стойкости ZnO к действию излучений различных видов представляет научный интерес и практическую ценность.

Модифицирование порошка ZnO приводит к увеличению радиационной стойкости отражающих покрытий, изготовленных на его основе с полимерным лаком. Выполненные исследования [2] показали, что модифицирование порошка оксида цинка наночастицами диоксида кремния приводит к уменьшению коэффициента отражения по всему спектру с характерными признаками в трех областях, определяемых поглощением собственными точечными дефектами, меньшим рассеянием на наночастицах по сравнению с микрочастицами и меньшей концентрацией свободных электронов.

Целью представленной работы являлось моделирование воздействия радиационного излучения, в виде низкоэнергетических протонов, на частицу представляющую собой двухслойную сферу ZnO/SiO<sub>2</sub>, с расчетом концентрации образовавшихся первичных дефектов.

Объектом исследования являлась двухслойная сферически-полая частица ZnO/SiO<sub>2</sub>, смоделированная в программном пакете GEANT4. Заданные геометрические характеристики имели следующий вид: внешняя сфера ZnO диаметром 1000 нм, внутренняя сфера SiO<sub>2</sub> диаметром 950 нм. Толщина стенки у обеих сфер имело значение равное – 50 нм.

Построенная исследуемая геометрическая форма находилась в объеме моделируемой области в 2 мкм, заполненной вакуумом  $5 \times 10^{-5}$  Па. Генерация пучков частиц носило моноэнергетический характер. Профиль интенсивности пучка описывается гауссовым распределением. Частицы (протоны) с энергией 150 кэВ падали под прямым углом относительно нормали к поверхности. Пороговая энергия смещения в соединении ZnO для атома цинка была выбрана 52 эВ, для кислорода – 57 эВ [3]; в соединение SiO<sub>2</sub> для кремния – 40 эВ, для кислорода – 15 эВ [4]. Регистрация рожденных частиц осуществлялась на всем протяжении моделируемого объема. При моделировании учитывались процессы используемые в наборе физики QGSP\_BIG\_EMU. Концентрация первичных дефектов рассчитывалась с использованием модифицированной формулы Кинчина-Пиза [5]:

$$N_{fr} = \sum_{i=1}^n \frac{0.8E_{dis,i}(\varepsilon)}{E_{d,i}}, \quad (1)$$

где  $E_d$  – пороговая энергия смещения,  $E_{dis}(\varepsilon)$  – диссипируемая энергия в ядерных столкновениях,  $i = 1(\text{Zn} | \text{ZnO}), 2(\text{O} | \text{ZnO}), 3(\text{Si} | \text{SiO}_2), 4(\text{O} | \text{SiO}_2)$ .

Результаты моделирования прохождения пучка из 100 протонов с энергиями 150 кэВ через двухслойную сферу ZnO/SiO<sub>2</sub>, а также график зависимости образовавшихся дефектов от флюенса протонов представлены на рисунке 1.

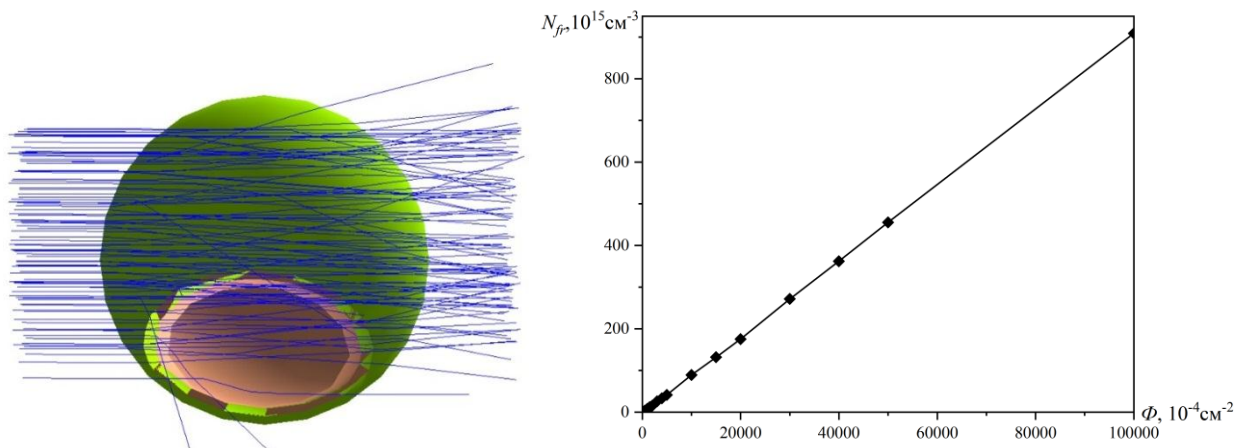


Рисунок 1 – Моделирование прохождения пучка протонов с энергией 150 кэВ через двухслойную сферу ZnO/SiO<sub>2</sub>, график зависимости образовавшихся дефектов от флюенса протонов

Из полученных данных видно, что рассеивание протонов незначительное и происходит лишь в стенке толщиной 100 нм. Численные результаты демонстрируют возрастающую зависимость накопления дефектов в тонком слое микросферы с увеличением флюенса частиц. При сравнении полученных данных с аналогичными расчетами, представленными в [6], можно сделать вывод, что эффективность радиационной стойкости двухслойной сферы ZnO/SiO<sub>2</sub> оказывается меньше, чем в полной сфере ZnO.

### Библиографический список

1. Михайлов М.М. Фотостойкость терморегулирующих покрытий космических аппаратов / М.М. Михайлов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2007. – 380 с.
2. Михайлов М.М., Нещименко В.В., Юрьев С.А. Отличительные особенности спектров отражения и радиационной стойкости покрытий, изготовленных на основе порошков ZnO, модифицированных наночастицами SiO<sub>2</sub> // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2013. – № 96. – С. 78–82.
3. Lorenz K., Alves E., Wendler E., et al. Damage formation and annealing at low temperatures in ion implanted ZnO // Applied Physics Letters. – 2005. – V.87. – P. 191904–191907.
4. Mota F., Caturla M. J., Perlado J.M. et al. Threshold energy of formation of an oxygen vacancy defect in SiO<sub>2</sub> by atomic displacements using molecular dynamics // Fusion Engineering and Design. – 2005. – V.75 – 79. P. 1027–1030.
5. Leroy C., Rancoita P. Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection / C. Leroy, P. Rancoita. – Singapore: World Scientific Publishing Company, 2016. – 1344 p.
6. Дудин А.Н., Нещименко В.В. Радиационные дефекты в полых частицах оксида цинка, индуцированные воздействием низкоэнергетических протонов // В сборнике: Физика: фундаментальные и прикладные исследования, образование. – 2019. – С. 82–86.

**ВЛИЯНИЕ ТИТАНАТА БАРИЯ НА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
МУЛЬТФЕРРОИКА ОКСИДА МЕДИ В КОМПОЗИТЕ  $(\text{CuO})_{0,8}/(\text{BaTiO}_3)_{0,2}$** 

**Жежелъ С.А.**, студент 2 курса магистратуры, инженерно-физический факультет  
Научный руководитель: Стукова Е.В., д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры  
физики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
gegel1981@mail.ru

**Аннотация.** Исследовано влияние частиц титаната бария на сегнетоэлектрическое состояние оксида меди в композите  $(\text{CuO})_{0,8}/(\text{BaTiO}_3)_{0,2}$ . Показано, что в композите, по сравнению с чистым оксидом меди, под влиянием частиц титаната бария наблюдается расширение температурного интервала сегнетоэлектрического состояния.

**Ключевые слова:** мультиферроик, сегнетоэлектрик, композит, фазовый переход

В современных реалиях развития твердотельной электроники все более актуальной становится проблема разработки и исследования активных материалов, которыми можно управлять с помощью внешних воздействий. К числу таких материалов относятся вещества сегнетоэлектрики, мультиферроики. Интерес обусловлен возможностью использования электромагнитных взаимодействий и поляризации для создания устройств с изменяемыми емкостями, электропроводности и магнитоэлектрических коэффициентами. Спектр практических применений делает актуальным исследования в этом направлении.

В данной работе представлены результаты исследований влияния частиц титаната бария на сегнетоэлектрическое состояние в мультиферроике оксид меди.

В последние годы объектом интенсивных исследований среди мультиферроиков является оксид меди  $\text{CuO}$ . Окись меди имеет магнитное упорядочение с температурами Низля  $T_{N1} = 213 \text{ K}$  и  $T_{N2} = 230 \text{ K}$ . При охлаждении ниже  $230 \text{ K}$  происходит переход из парамагнитной фазы в несоизмерную с геликоидальным антиферромагнитным упорядочением, которая устойчива примерно до  $T_{M1} = 213 \text{ K}$ . При  $T_{M1}$  окись меди переходит в антиферромагнитное состояние с коллинеарным соразмерным упорядочением. В интервале температур между  $T_{M1}$  и  $T_{N2}$   $\text{CuO}$  является сегнетоэлектриком [1].

В кристаллах титаната бария наблюдаются три фазовых перехода, сопровождающихся изменением структуры и свойств. При температурах выше  $293 \text{ K}$  титанат бария имеет кубическую кристаллическую структуру типа перовскита. Эта параэлектрическая модификация относится к пространственной группе  $Pm\bar{3}m$ . Ниже температуры  $393 \text{ K}$ , являющейся для титаната бария температурой Кюри, происходит фазовый переход, и в интервале температур до температуры  $278 \text{ K}$   $\text{BaTiO}_3$  является сегнетоэлектриком, имеющим тетрагональную симметрию класса  $P4mm$ . При искажении формы ячейки скачком возникает спонтанная поляризация, величина которой плавно нарастает от  $P_s = 18 \text{ мкКл/см}^2$  при точке Кюри до примерно  $26 \text{ мкКл/см}^2$  при комнатной температуре [2].

Для получения композита  $(\text{CuO})_{0,8}/(\text{BaTiO}_3)_{0,2}$  использовались порошки химически чистых  $\text{CuO}$  и  $\text{BaTiO}_3$ , которые тщательно смешивались и прессовались при давлении  $6000\text{-}7000 \text{ кг/см}^2$ , после чего спекались при температуре  $1250 \text{ }^\circ\text{C}$ . Образцы имели форму таблеток диаметром  $12 \text{ мм}$  и толщиной  $1\text{-}2 \text{ мм}$ . В качестве электродов использовалась индий-галлиевая паста. Для измерения диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  использовался широкополосный спектрометр Novocontrol в частотном диапазоне  $0.1 \text{ Гц} - 10 \text{ МГц}$  и температурном интервале от  $125 \text{ K}$  до  $300 \text{ K}$ . Измерения проводились в режиме нагрев-охлаждение с точностью до  $0.01$  градуса. Скорость изменения температуры составляла  $1$  градус в минуту.

Как показали исследования диэлектрических свойств на разных частотах, для образца композита  $(\text{CuO})_{0,8}/(\text{BaTiO}_3)_{0,2}$  наблюдается сильная низкочастотная дисперсия (рис. 1). Максимум диэлектрической проницаемости существенно размывается и смещается в сторону более высоких температур. Это означает, что расширяется температурный интервал существования сегнетоэлектрического состояния в оксиде меди, входящем в состав композита. При этом значения диэлектрической проницаемости увеличиваются на порядок.

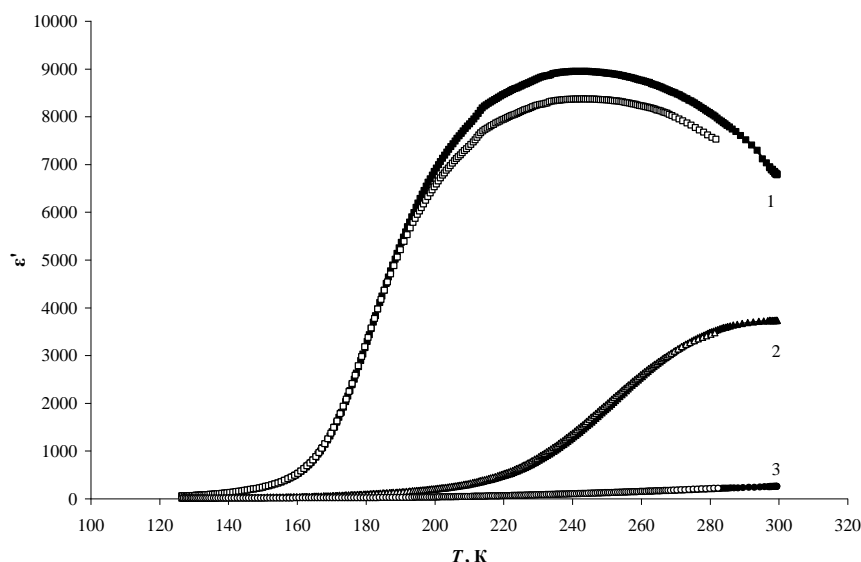


Рисунок 1 – Температурные зависимости  $\epsilon'$  для образца  $(\text{CuO})_{0,8}/(\text{BaTiO}_3)_{0,2}$  на частотах: 1 - 635 Гц; 2 - 70 кГц; 3 - 3 МГц (темные маркеры - нагрев, светлые маркеры - охлаждение)

Таким образом, добавление частиц титаната бария к оксиду меди оказывает влияние на расширение сегнетофазы в композите и приводит к значительному увеличению значений диэлектрической проницаемости.

### Библиографический список

1. Esbrink S. A refinement of crystal structure of copper(2) oxide with a discussion of some exceptional e.s.d.'s / S. Esbrink, L.-J. Norrby // Acta Crystallographica. B. – 1970. – V. 26. – P. 8-15.
2. Лайнс М., Гласс А. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы / Лайнс М., Гласс А. / Перевод с английского под редакцией В.В. Леманова, Г.А. Смоленского – М.: Мир, 1981. – 736 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРЯМОТОЧНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»

**Коротков Д.О., студент, 4 курс, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Максимова Н.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент,

зав. кафедрой математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

knamursu@mail.ru

**Аннотация.** В работе проводится исследование математической модели прямоточного теплообменника типа «труба в трубе».

**Ключевые слова:** моделирование теплообменного аппарата, задача Коши для системы ОДУ первого порядка, метод Рунге-Кутты

Теплообменная аппаратура составляет весьма значительную часть технологического оборудования в химической и смежных отраслях промышленности. Рассмотрим моделирование широко распространенного в химической технологии теплообменника «труба в трубе», структура потоков которого соответствует модели «вытеснение-вытеснение». Будем рассматривать прямоточный теплообменник (движение сред происходит в одном направлении).

Рассмотрим вычислительный пример. В прямоточном теплообменнике длиной 2 м охлаждается толуол с начальной температурой 105 °С. Охлаждающая вода имеет начальную температуру 13 °С. Внутренний диаметр трубы 0,01 м. Расход толуола 0,005 м<sup>3</sup>/ч, воды –0,012 м<sup>3</sup>/ч. Теплоемкость, плотность воды и толуола при средней температуре 65 °С соответственно 4183 Дж/(кг·°С) и 1889 Дж/(кг·°С), 998 кг/м<sup>3</sup> и 866 кг/м<sup>3</sup>. Коэффициент теплопередачи от горячего потока хладагенту равен 220 ккал / (м<sup>2</sup>·час · °С).

Математическое описание теплообменника состоит из уравнений теплового баланса по обоим потокам. Для прямотока имеем систему дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} \frac{dT}{dx} = a \cdot (T_x - T), \\ \frac{dT_x}{dx} = a_x \cdot (T - T_x), \end{cases}$$

где  $a = \frac{K_T \cdot F}{V \cdot C_p \cdot \rho}$ ,  $a_x = \frac{K_T \cdot F}{V_x \cdot C_{px} \cdot \rho_x}$ .

Начальные условия:  $T(x=0) = 105^\circ\text{C}$ ,  $T_x(x=0) = 13^\circ\text{C}$ .

Согласно условиям задачи имеем:

$K_T = 220$  – коэффициент теплопередачи, ккал / (м<sup>2</sup>·час · °С);  $\rho = 866$ ,  $\rho_x = 998$  – плотность толуола и воды соответственно, кг/м<sup>3</sup>;  $C_p = 1889$  (Дж / (кг · °С)) = 1889/(1000 · 4,1868) = 0,451 (ккал / (кг · °С)) – теплоемкость толуола;  $C_{px} = 4183$  (Дж / (кг · °С)) = 4183/(1000 · 4,1868) = 0,999 (ккал / (кг · °С)) – теплоемкость воды;  $V = 0,005$ ,  $V_x = 0,012$  – объемные скорости толуола и воды соответственно, м<sup>3</sup>/ч;  $d = 0,01$  – диаметр внутренней трубы, м;  $L = 2$  – длина теплообменника, м.

Тогда вычисляем площадь поверхности теплообмена:

$$F = \pi \cdot d \cdot L = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 2 = 0,0314 \text{ м}^2.$$

Далее находим коэффициенты системы дифференциальных уравнений:

$$a = 3,5392, a_x = 0,5777.$$

Аналитическое решение имеет вид:

$$\begin{cases} T(x) = \frac{105a_x + 13}{a + a_x + 1} + \frac{105a_x + 92}{a + a_x + 1} e^{-(a+a_x)x} \\ T_x(x) = \frac{105a_x + 13}{a + a_x + 1} \cdot \left(1 + \frac{1}{a}\right) - \frac{105a_x + 92}{a + a_x + 1} \cdot \frac{a_x}{a} \cdot e^{-(a+a_x)x} \end{cases}$$

Найдем численное решение исследуемой задачи классическим методом Рунге-Кутты четвертого порядка [2]. Реализацию метода и построение графиков выполним в ППП MATLAB.

На рисунке 1 представлены графики аналитических и численных решений задачи.

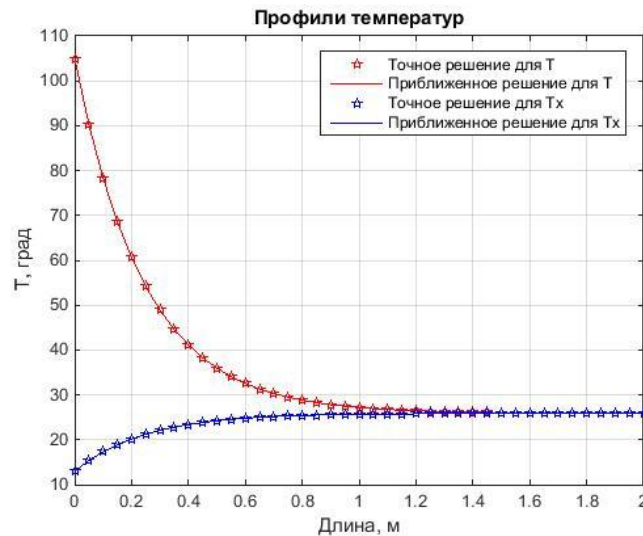


Рисунок 1 – Профиль изменения температур горячего ( $T$ ) и холодного ( $T_x$ ) потоков

Оценим абсолютную погрешность полученных приближенных решений:

$$\text{для внутренней трубы } \Delta T = \max_{x_i} |T(x_i) - \tilde{T}(x_i)| = 5,1679 \cdot 10^{-4}, \text{ где } T(x_i) \text{ и } \tilde{T}(x_i)$$

– значение точного и приближенного значения температур для внутренней трубы в расчетных узлах сетки;

$$\text{для внешней трубы } \Delta T_x = \max_{x_i} |T_x(x_i) - \tilde{T}_x(x_i)| = 8,4353 \cdot 10^{-5}, \text{ где } T_x(x_i) \text{ и}$$

$\tilde{T}_x(x_i)$  – значение точного и приближенного значения температур для внешней трубы в расчетных узлах сетки. Полученные значения свидетельствуют о высокой точности применяемого численного алгоритма.

### Библиографический список

1. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В.Ф. Фролов. – СПб.: Химиздат, 2003. – 608 с.
2. Заусаев, А.Ф. Дискретные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / А.Ф. Заусаев, М.А. Романюк. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 116 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СЖИМАЮЩЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Лобурец М.А., студент 4 курса бакалавриата, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Труфанова Т.В., канд. тех. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

loburecmaksim@mail.ru

**Аннотация.** Данная работа посвящена математическому моделированию поперечных колебаний упругой балки. В статье рассмотрены краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений колебательных процессов, проведено их математическое моделирование.

**Ключевые слова:** дифференциальное уравнение, колебание упругой балки, аналитический метод, метод конечных разностей.

Говоря о колебаниях, мы имеем ввиду движения, явления, процессы, обладающие свойством хотя бы приблизительной повторяемости во времени. Объект той или иной физической природы, в котором реализуется колебательный процесс, называют колебательной системой.

Большинство современных технических сооружений, различных приборов, инструментов, различных механизмов представляют собой сложные системы, основу которых представляют колебательные конструкции, скомпонованные из стержневых и тонкостенных элементов, изготовленных из материалов, которые в пределах достаточно малых деформациях могут рассматриваться как упругие.

При создании конструкций, нагруженных сжимающими усилиями, часто возникает необходимость расчета сжатых прямолинейных стержней. Впервые подобная задача была рассмотрена Л. Эйлером.

Требуется найти решение линейного однородного уравнения, удовлетворяющее граничным условиям:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{dx^2} + \omega^2 y &= 0, \\ y(0) = y(l) &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где  $\omega^2 = P/(EJ)$ ;  $l$  – длина стержня;  $E$  – модуль упругости материала;  $J$  – геометрический момент инерции сечения стержня;  $P$  – сжимающая сила;  $y(x)$  – функция, характеризующая искривление первоначально прямолинейной оси стержня;

Сначала решаем эту задачу аналитически. Поскольку, соответствующее (1) характеристическое уравнение  $\lambda^2 + \omega^2 = 0$  имеет комплексно сопряженные чисто мнимые корни  $\lambda_{1,2}^* = \pm i\omega$ , будем искать нетривиальное решение уравнения в виде

$$y(x) = C_1^* \cos \omega x + C_2^* \sin \omega x, \tag{2}$$

где  $C_1^*$  и  $C_2^*$  произвольные постоянные.

Подставляя (2) в краевые условия задачи (1), находим  $C_1^* = 0$  и  $C_2^* \sin \omega l = 0$ . Полагаем, что  $\sin \omega l = 0$ , т.е.  $\omega_k l = k\pi$  ( $k \in Z$ ). Тогда каждому значению  $\omega_k$  как собственному значению данной краевой задачи будет с учетом (2) соответствовать ее собственная функция

$$y_k = C_2^* \sin \frac{k\pi x}{l} \tag{3}$$

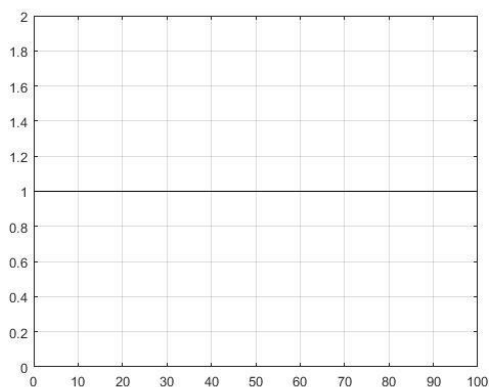
которую можно задать с точностью до произвольного множителя  $C_2^*$ . Итак, бесконечное множество решений данной краевой задачи, отличных от тривиального, можно описать при помощи (3), считая, что  $k \in \mathbb{N}$ . Каждому из таких решений соответствует значение сжимающей силы

$$P_k^* = \omega_k^2 EJ = k^2 \pi^2 \frac{EJ}{l^2}, \quad k \in \mathbb{N}, \quad (4)$$

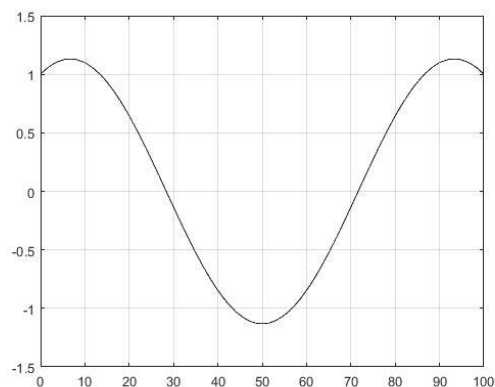
при котором может существовать форма равновесия стержня, отличная от прямолинейной.

Рассмотрим численную реализацию краевой задачи (1) методом конечных разностей в ППП Matlab с граничными условиями 1-го рода.

1. Преобразование дифференциального уравнения второго порядка к системе двух уравнений первого порядка;
2. Написание функции для вычисления правой части системы;
3. Написание функции, определяющей граничные условия;
4. Формирование начального приближения при помощи специальной функции `bvpinit`;
5. Вызов функции `solvers bvp4c` для решения граничной задачи;
6. Визуализация результата.



а)



б)

Рисунок 1 – а) Прямолинейное состояние балки при отсутствии сжимающей силы;  
б) отклонение при сжимающем воздействии силы

В данной работе представлены методы решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения на примере поперечных колебаний упругой балки и представлена графическая визуализация полученного решения.

### Библиографический список

1. Агафонов С.А., Герман А.Д., Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения: учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - 3-е изд, стереотип. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 352 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. VIII).
2. Агошков, В.И. Методы решения задач математической физики: учеб. Пособие / В.И. Агошков, П.Б. Дубовский, В.П. Шутяев. - М.:Физматлит, 2002. - 320 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ТФЭ ПЛЁНОК ДИСИЛИЦИДА БАРИЯ НА КРЕМНИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ МЕТОДОМ РЭМ

Новгородцев Н.С., студент 3 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет;

Попов А.А., студент 4 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет;

Дубов В.Л., младший научный сотрудник НОЦ

Научный руководитель: Фомин Д.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, директор НОЦ

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

nnc19991999@gmail.com

**Аннотация.** Дисилицид бария является перспективным материалом для получения фотоэлектрических преобразователей. В работе представлен анализ изображений полученных с помощью растровой электронной микроскопии плёнок дисилицида бария сформированных методом ТФЭ. Полученные плёнки состоят из гранул разного размера, ограниченными зёрнами, размер которых колеблется от 1 до 10 мкм, присутствует сетка трещин.

**Ключевые слова:** фотоэлектрические преобразователи, дисилицид бария, твёрдофазная эпитаксия, растровая электронная микроскопия

Материалом, из которого создаются промышленные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) с наибольшим КПД (30 %) является арсенид галлия [1], однако формирующие его вещества дороги и их концентрация на планете невысока, поэтому экономичнее изготавливать ФЭП из кремния, который распространен повсеместно, однако теоретический предел КПД которого составляет 25 % [2]. Ряд статей [3-5] показывает перспективность плёнок дисилицида бария как материала для создания солнечных элементов, КПД которых может теоретически достигать значений арсенид-галлиевых ФЭП при более низкой стоимости.

В лаборатории физики поверхности НОЦ АмГУ осаждение в настоящий момент происходит методом твёрдофазной эпитаксии. Одновременное соосаждение бария и кремния позволяет исключить время на перемешивание слоев бария и кремния в процессе формирования пленки по сравнению с послойной ТФЭ [6].

Полученные образцы формировались в СВВ камере с базовым давлением  $10^{-7}$  Па методом твердофазной эпитаксии по следующей методике:

1) Формирование 20 нм затравочного слоя дисилицида бария, соосаждением бария и кремния со скоростями 0,6 и 0,4 нм/мин соответственно при температуре подложки 600°C.

2) Осаждение пленки до 100 нм путем соосаждения бария и кремния с теми же скоростями при комнатной температуре.

3) Двухэтапная рекристаллизация при 600°C и 800 °C в течении часа при каждой температуре.

4) Медленное охлаждение образца в течении 10 минут до комнатной температуры.

Морфология поверхности образцов была изучена с помощью растрового электронного микроскопа HITACHI TM1000 с разрешением 100 нм/пиксель, результат показан на рисунке 1. Из РЭМ-изображений видно, что образцы N1 (а) и N2 (б) состоят из гранул разного размера. Также на поверхности наблюдаются зёрна размерами 200-300 нм с редкими кристаллитами до 2 микрон и сетка трещин, которая образуется из-за несовпадения эпитаксиальных соотношений пленки дисилицида бария и подложки кремния, а также по причине разных коэффициентов термического расширения дисилицида бария и кремния.

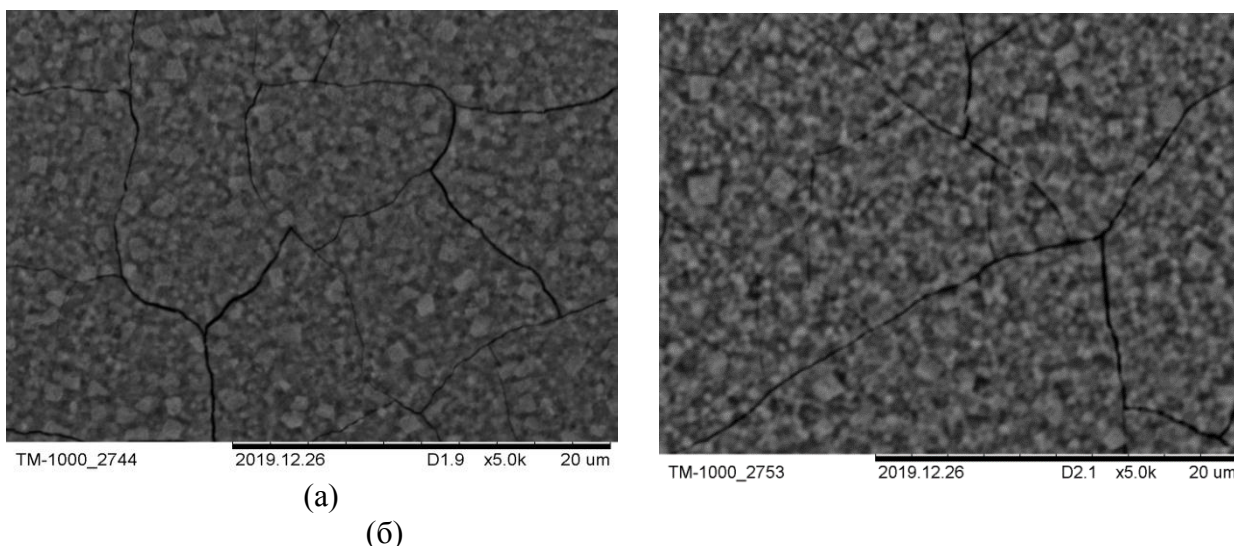


Рисунок 1 – РЭМ изображения образцов N1 (а) и N2 (б), сформированных методом твердофазной эпитаксии при соосаждении Ва и Si на подложку Si(111)

Таким образом, анализ РЭМ изображений показал, что полученные плёнки дисилицида бария не обладают достаточной адгезией к подложке кремния. Возможно, для большей адгезии необходимо увеличить время охлаждения образцов после их рекристаллизации, так как при этом, времени будет достаточно для перестройки гетерограницы при сжатии с разной скоростью пленки бария и подложки кремния.

### Библиографический список

1. Кирилаш А.И. Фотоэлектронные преобразователи на основе пористого арсенида галлия / А.И. Кирилаш, С.В. Симченко, В.В. Кидалов // Физическая инженерия поверхности. – 2012. – Т. 10. – № 2. – С. 217-220.
2. Имамов Э.З. Уникальная возможность создания дешевого, но эффективного кремниевого солнечного элемента / Т.А. Джалалов, Р.А. Муминов, Р.Х. Рахимов // Computational nanotechnology. – 2017. – №1. – С. 56-60.
3. Olindo I. Thin-film silicon-based quadruple junction solar cells approaching 20 % conversion efficiency / I. Olindo, A. Hendrikus, M. Smets, M. Zeman // Solar Energy Materials & Solar Cells. – 2014. – P. 76-84.
4. Ajmal Khan, M. Al- and Cu-doped BaSi<sub>2</sub> films on Si(111) substrate by molecular beam epitaxy and evaluation of depth profiles of Al and Cu atoms / M. Ajmal Khan, M. Takeishi, Y. Matsumoto, T. Saito, T. Suemasu // Institute of Applied Physics. – 2011. – P. 11-14.
5. Morita K. Optical and electrical properties of semiconducting BaSi<sub>2</sub> thin films on Si substrates grown by molecular beam epitaxy / K. Morita, Y. Inomata, T. Suemasu // Institute of Applied Physics. – 2005. – P. 363-366.
6. Дубов В.Л. Твердофазный рост и структура пленок дисилицида бария на Si(111) / В.Л. Дубов, Д.В. Фомин, Н.Г. Галкин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2016. – № 2. – С. 114-119.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ИОДАТА АММОНИЯ И ТИТАНАТА БАРИЯ

Павлов А.В., студент 2 курса магистратуры, инженерно-физический факультет

Научный руководитель: Стукова Е.В., д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры физики  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
katal75@mail.ru

**Аннотация.** Исследованы диэлектрические свойства сегнетоэлектрического композита  $(\text{NH}_4\text{IO}_3)_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$  при  $x = 0,05$  и  $0,15$ . Показано, что в композите температура фазового перехода при охлаждении повышается на 3 градуса. Увеличение объемной доли частиц титаната бария до 15 % приводит к размытию температурного максимума диэлектрической проницаемости.

**Ключевые слова:** композит, сегнетоэлектрик, диэлектрическая проницаемость

Актуальность исследования сегнетоэлектриков обусловлена, прежде всего тем, что в настоящее время сегнетоэлектрические материалы находят все более широкое практическое применение в различных областях техники. Высокая восприимчивость к электрическим полям ведет к применениям, в которых необходимо концентрировать энергию. Высокая диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков используется в нелинейных конденсаторах большой емкости, высокоэффективных приемниках и преобразователях электромагнитного излучения в видимой и инфракрасной части спектра, энергонезависимых элементах памяти, сенсорах, аудиодатчиках. Композиты на основе сегнетоэлектриков, состоящие из различных по своим свойствам компонентов или фаз, становятся более перспективными для таких применений.

Целью данной работы является определение изменений диэлектрических свойств сегнетоэлектрического композита на основе иодата аммония и титаната бария по сравнению с чистым иодатом аммония.

Сегнетоэлектрические свойства иодата аммония  $\text{NH}_4\text{IO}_3$  были открыты в 1976 году [1]. При температуре выше  $120^\circ\text{C}$  иодат аммония находится в кубической  $\alpha$ -фазе. Ниже этой температуры кристалл переходит в орторомбическую пьезоэлектрическую  $\beta$ -фазу ( $Pc2_1n$ ) с постоянными решетки  $a = 6,426 \text{ \AA}$ ,  $b = 9,104 \text{ \AA}$ ,  $c = 6,466 \text{ \AA}$ . При дальнейшем понижении температуры, в области около  $85^\circ\text{C}$ , происходит трансформация в сегнетоэлектрическую  $\gamma$ -фазу ( $Pm2_1b$ ), которая тоже является орторомбической, с постоянными решетки  $a = 6,413 \text{ \AA}$ ,  $b = 9,156 \text{ \AA}$ ,  $c = 6,411 \text{ \AA}$ . Структурная трансформация вблизи  $85^\circ\text{C}$  между неполярной пьезоэлектрической  $\beta$ -фазой и сегнетоэлектрической  $\gamma$ -фазой обусловлена изменением наклона октаэдров  $\text{IO}_6^-$  в перовскитоподобной структуре. Фазовый переход относится к переходу первого рода с аномалиями диэлектрических, пьезоэлектрических и упругих констант.

В титанате бария присутствуют три фазовых перехода, при которых происходит изменение структуры и свойств кристалла. При температурах выше  $120^\circ\text{C}$  титанат бария имеет кубическую кристаллическую структуру типа перовскита, находящуюся в параэлектрической фазе. Ниже этой температуры, являющейся для титаната бария температурой фазового перехода, происходит фазовый переход в сегнетоэлектрическую фазу, длящуюся до температуры  $5^\circ\text{C}$   $\text{BaTiO}_3$ . При искажении формы ячейки скачком возникает спонтанная поляризация, величина которой плавно нарастает от  $P_s = 18 \text{ мкКл/см}^2$  при точке Кюри до примерно  $26 \text{ мкКл/см}^2$  при комнатной температуре [2].

Для получения композита  $(\text{NH}_4\text{IO}_3)_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$  при  $x = 0,05$  и  $0,15$  ( $x$  – объемная доля) использовались порошки химически чистых  $\text{NH}_4\text{IO}_3$  и  $\text{BaTiO}_3$ , которые тщательно смешивались в соответствующих пропорциях и прессовались при давлении  $6000\text{-}7000 \text{ кг/см}^2$ . Образцы

имели форму таблеток диаметром 12 мм и толщиной 1-2 мм. В качестве электродов использовалась индий-галлиевая паста. Для измерения комплексной диэлектрической проницаемости применялся цифровой измеритель LCR-meter Hioki 3532 – 50 на частоте 100 кГц. В качестве электродов использовалась индий-галлиевая паста. Температура определялась с помощью электронного термометра Hioki с хромель-алюмелевой термопарой. Исследования проводились в температурном интервале от 60 до 130 °С в автоматическом режиме со скоростью нагрева 1 °С/мин. Точность определения температуры составляла 0,1 °С. Погрешность измерения диэлектрической проницаемости исследуемых образцов не превышала 5 %.

На рисунке 1 представлены температурные зависимости диэлектрической проницаемости образцов композита в сравнении с чистым иодатом аммония. Из графиков следует, что для образцов композита ( $x = 0, 05$  и  $0,15$ ) температура фазового перехода при охлаждении на 3 градуса выше по сравнению с чистым иодатом аммония.

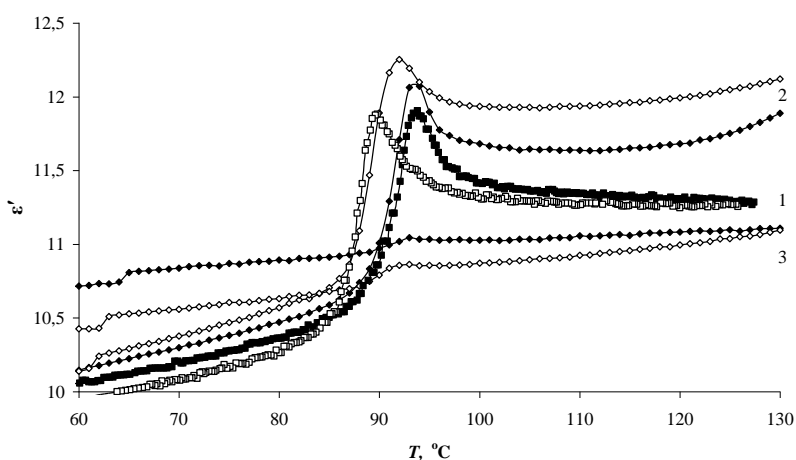


Рисунок 1 – Температурные зависимости  $\epsilon'$  для образцов композита  $(\text{NH}_4\text{IO}_3)_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$  на частоте 100 кГц: 1)  $x = 0$ ; 2)  $x = 0,05$ ; 3)  $x = 0,15$  (темные маркеры - нагрев, светлые маркеры - охлаждение)

Для композита  $(\text{NH}_4\text{IO}_3)_{0,85}/(\text{BaTiO}_3)_{0,15}$  происходит существенное размытие максимума, соответствующего фазовому переходу, и незначительное снижение значений диэлектрической проницаемости. Таким образом, в композите (при  $x = 0, 05$  и  $0,15$ ) температура фазового перехода при охлаждении повышается. Увеличение объемной доли частиц титаната бария до 15 % приводит к размытию температурного максимума диэлектрической проницаемости

### Библиографический список

1. Oka T. Ferroelectricity in  $\text{NH}_4\text{IO}_3$  / T. Oka, T. Mitsui, Y. Shiroishi, Sh. Sawada // J. Phys. Soc. Japan. – 1976. – V. 40 (3). – P. 913-914.
2. Лайнс М. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы / М. Лайнс, А. Гласс / Перевод с английского под редакцией В.В. Леманова, Г.А. Смоленского – М.: Мир, 1981. – 736 с.

## ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ НА ДЕГРАДАЦИЮ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК

**Тяжелкова К.К., магистрант 2 курса, инженерно-физический факультет**

Научный руководитель: Нещименко В.В., д-р физ.-мат. наук,

доцент, профессор кафедры физики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

tyazhelkova1970@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния облучения протонами на деградацию оптических свойств полиимидных пленок.

**Ключевые слова:** полиимид, облучение, протоны, оптические свойства

Развитие космической техники ставит задачи по созданию новых полимерных материалов, которые обладают большой прочностью, высокой радиационной стойкостью и малым весом, что определяет перспективу их использования. В условиях открытого космоса такие материалы подвержены действию высокого вакуума, набегающих потоков атомарного кислорода, протонов, электронов, а также резким перепадам температур. Как правило, в таких условиях в полимерных материалах происходят процессы радиационной деструкции.

Настоящая работа посвящена определению изменения оптических свойств в УФ, видимом и ближнем ИК-диапазонах полиимидной пленки до и после облучения протонами с энергией 100 кэВ флюенсом  $5 \times 10^{15} \text{ см}^{-2}$ .

Анализ спектров пропускания показал (рисунок 1. (а)), что воздействие протонов приводит к образованию интегральной полосы наведенного поглощения в области от 511-1122 нм. Это обусловлено образованием свободных радикалов из-за процессов радиационной деструкции пиромеллитовых диангидридов и ароматических диаминов с образованием радикалов цианатов ( $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ ), иминов ( $\text{C}=\text{C}=\text{N}$ ) и амидов ( $\text{C}-\text{O}-\text{N}$ ).

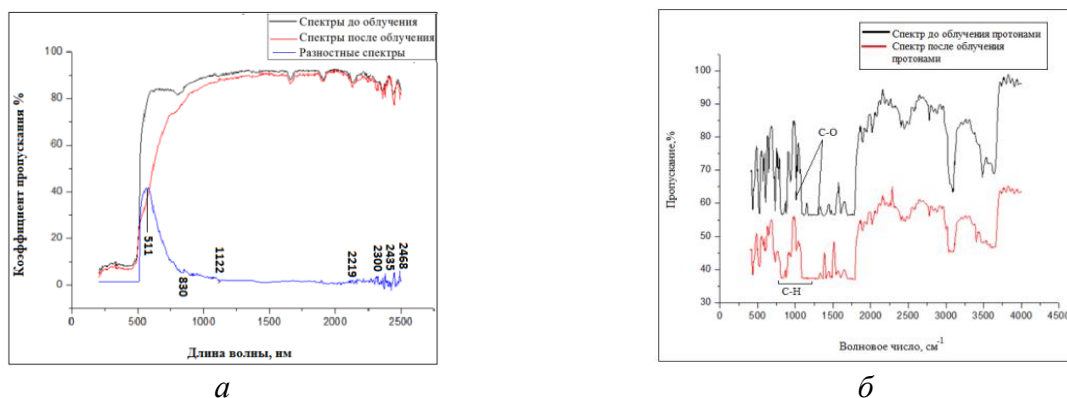


Рисунок 1 – Спектр пропускания (а) и ИК-спектры (б) полиимидной пленки до и после воздействия протонами

После облучения протонами в ИК-спектрах регистрируется уменьшение интенсивности от 500 до 1120  $\text{см}^{-1}$ , и увеличение интенсивности пиков поглощения в области от 1900 до 3650  $\text{см}^{-1}$  в полиимидной пленки после облучения протонами. Это связано с увеличением концентрации связи  $\text{C}-\text{C}$ ,  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{C}-\text{N}$ , которые обуславливают данные пики, что подтверждает образование радикалов цианатов, иминов и амидов после облучения протонами.

## АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ ИГРЫ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

Тимошенко Н.С., курсант 1 курса, Салифу И.З., курсант 1 курса СФ

Научный руководитель: Трюхан Т. А. кандидат физ.– мат. наук

Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова училище имени  
Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского

**Аннотация.** В работе сделан анализ основных понятий по теме исследования и рассмотрено ряд задач военного содержания.

**Ключевые слова:** антагонистические игры, платёжная матрица, цена игры.

При решении ряда военных задач приходится анализировать ситуации, в которых сталкиваются две (или более) враждующие стороны, преследующие различные цели, причём результат любого мероприятия каждой из сторон зависит от того, каков образ действий, который выберет противник. Например, две роты полка, встретив опорные пункты противника, вступили с ним в соприкосновение. Командир полка знает, что решительный успех, может быть достигнут, если имеет по меньшей мере двойное превосходство в силах. Из донесения разведки ему стало известно, что у противника пять рот, а его полк насчитывает на роту больше, но в боях уже давно, сильно потрепан. Внимательно обдумав и взвесив обстановку, командир решил, что в этих условиях исход боя будет хорошим, если противнику будут нанесены максимально возможные потери, а свои собственные сведены к минимуму. Возникает вопрос: как же лучше, использовать оставшиеся четыре роты, те, что ещё не вступили в бой? Решением такой задачи и подобным им занимается математическая дисциплина – теория конфликтных ситуаций или теория игр.

Антагонистической игрой называется некооперативная игра, в которой участвуют два и более игроков, выигрыши которых противоположны [1].

Рассмотрим игру «Вооружение и самолёты».

Пусть в распоряжении стороны  $A$  имеется три вида вооружения:  $A_1, A_2, A_3$ , а в распоряжении стороны  $B$  – три вида самолётов:  $B_1, B_2, B_3$ .

Задача стороны  $A$  – сбить самолёт; задача стороны  $B$  – оставить самолёт непоражённым.

Личный ход стороны  $A$  – выбор типа вооружений; личный ход стороны  $B$  – выбор самолёта для боевых действий.

Построить матрицу игры, если вооружением  $A_1$ , самолёты  $B_1, B_2, B_3$  поражаются соответственно с вероятностями 0,5; 0,6; 0,8; вооружением  $A_2$  – с вероятностями 0,9; 0,7; 0,8; вооружением  $A_3$  – с вероятностями 0,7; 0,5; 0,6. Задача игрока  $A$  – поразить как можно больше самолётов, задача – сохранить самолёт непоражённым.

Выигрышем игры является поражение самолёта. Сторона  $A$  стремится его максимизировать, а сторона  $B$  – минимизировать.

Рассмотрим поведение игрока  $A$ . Предположим, что игрок  $A$  выбрал стратегию  $A_1$ . но на неё игрок  $B$  выберет стратегию  $B_1$ , и в результате игрок  $A$  получит выигрыш с вероятностью 0,5. На стратегию  $A_2$  игрок  $B$  выберет стратегию  $B_2$  и выигрыш игрока  $A$  составит 0,7; на стратегию  $A_3$  игрок  $B$  ответит стратегией  $B_2$ . В этом случае выигрыш игрока  $A$  составит 0,5. Очевидно, что некоторое преимущество имеет стратегия  $A_2$ , и выигрыш игрока  $A$  составит 0,7.

Аналогично ведёт себя игрок  $B$ . При выборе стратегии  $B_1$  игрок  $A$  ответит стратегией  $A_2$  и выигрыш игрока  $B$  составит 0,9; на стратегию  $B_2$  игрок  $A$  ответит стратегией  $A_2$  и снова выигрыш игрока  $B$  составит 0,7; на стратегию  $B_3$  игрока  $A$  ответит стратегией  $A_2$ . Выигрыш игрока  $B$  составит 0,8. Так как игрок  $A$  стремится поразить как можно больше самолётов, то

для него некоторое преимущество перед другими стратегиями будет иметь стратегия  $A_2$ . Выигрыш составит 0,7. Так как игрок  $B$  стремится потерять как можно меньше самолётов, то для него, очевидно, более выигрышной является стратегия  $B_2$ . Выигрыш составит 0,7.

На этом примере можно убедиться в том, что стратегии  $A_2$  и  $B_2$  являются наивыгоднейшими стратегиями для обоих игроков. Достигнуто как бы положение равновесия; если игрок  $A$  выберет стратегию  $A_2$ , то для игрока  $B$  наилучшей является стратегия  $B_2$  и наоборот.

В таблице 1 представлены нижние и верхние цены игры «Вооружение и самолёты».

Таблица 1 – Игра «Вооружение и самолёты»

A \ B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	$\alpha_i$
A <sub>1</sub>	0,5	0,6	0,8	0,5
A <sub>2</sub>	0,9	0,7	0,8	<b>0,7</b>
A <sub>3</sub>	0,7	0,5	0,6	0,5
$\beta_j$	0,9	<b>0,7</b>	0,8	

Таким образом, получили, что игра имеет решение в чистых стратегиях. Так как нижние и верхние цены игры совпадают, т.е.  $\alpha = \beta = \gamma$ , то величина  $\gamma$  называется ценой игры в чистых стратегиях. Пара стратегий, отвечающих седловой точке, называются оптимальными стратегиями. Рассмотрев задачу, в которой противник строит действия своей группировки войск ПВО так, что налет может быть осуществлен тремя различными способами. Необходимо найти способ, который обеспечит наибольшую вероятность достижения цели. В таблице 2 представлены вероятности достижения цели для каждого способа налета.

Таблица 2 – Вероятности достижения цели

Способы налета	Вероятность достижения цели
1	0,7
2	0,6
3	0,4

Вычеркивая заведомо невыгодные для противника столбцы и строки, применяя принцип доминирования и отклонив невыгодные варианты, получим результат, представленный в таблице 3.

Таблица 3– Варианты действий противника

2	3
0,2	0,3
0,7	0,4

Теория игр совместно с теорией оптимального управления позволяют принимать оптимальные решения в разнообразных конфликтных и неконфликтных ситуациях.

### Библиографический список

1. Оуэн Г. Теория игр: – М.: Вузовская книга, 2016. – 216 с.

# **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА КАДМИЯ НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ МАЛОНОГО ДИАЛЬДЕГИДА В СЕМЕНАХ АМАРАНТА

**Кисткин Д.В., студент 4 курса бакалавриата, естественно-географический факультет**

Научный руководитель: Трофимцова И.А., к.х. н., доцент, доцент кафедры химии

ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»

devid777@bk.ru

**Аннотация.** Рассмотрены результаты исследования по определению динамики накопления малонового диальдегида в семенах амаранта при интоксикации их растворами сульфата кадмия. Показано, что концентрация малонового диальдегида находится в прямой зависимости от концентрации раствора сульфата кадмия и времени проращивания семян.

**Ключевые слова:** перекисное окисление липидов, малоновый диальдегид, тяжелые металлы, амарант, окислительный стресс.

Тяжелые металлы (ТМ), накапливаясь в живых организмах, вызывают нарушения его функций. Отмечено влияние ТМ на активность ферментов семян амаранта [1]. Одними из первых воздействию ТМ подвергаются липиды, что приводит к образованию продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Остается открытым вопрос механизма влияния тяжелых металлов на ПОЛ.

Целью нашей работы было изучение влияния растворов сульфата кадмия на содержание малонового диальдегида (МДА) в прорастающих семенах амаранта.

В качестве объекта исследования были использованы семена амаранта сорта Валентина (*Amaranthustricolor*), полученные в 2019 году. Семена проращивали в течение одних, трех, пяти и семи суток в растворе  $CdSO_4 \cdot 8H_2O$  с концентрациями 0,1 мг/мл (1 раствор) и 1мг/мл (2 раствор) в чашах Петри на фильтровальной бумаге, при однократной обработке выше указанными растворами. Контролем служили семена, пророщенные в дистиллированной воде.

Определение содержания МДА проводили по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой при нагревании. В сухих семенах амаранта концентрация МДА составила 0,0005 ммоль/л. При проращивании семян амаранта в растворе 1 было отмечено, что содержание МДА на первые, третьи, пятые и седьмые сутки увеличивается на 21 %, 47 %, 13 % и 46 % соответственно по сравнению с контролем. При интоксикации семян раствором 2 наблюдается такая же закономерность, но накопление малонового диальдегида идёт более интенсивно (66 %, 64 %, 17 %, 116 %). Наименьший рост концентрации отмечается на пятые сутки в семенах, обработанных обоими растворами, что может указывать на адаптацию, после чего наступает истощение.

Таким образом, проведённые исследования выявили наличие окислительного стресса в прорастающих семенах, особенно при действии раствора 2, что проявилось в увеличении содержания малонового диальдегида. Возможно, это связано с усилением процесса дыхания, являющегося неспецифической реакцией в ответ на стрессор и поставляющего одну из активных форм кислорода – перекись водорода.

### Библиографический список

1. Трофимцова И.А. Изменение активности эстеразы семян амаранта сорта Крепыш под воздействием растворов сульфата и нитрата кадмия / И.А. Трофимцова, Е. Ю. Ивановская. Новые и нетрад. раст. и персп. их исп. Мат. X межд. симпозиума. Пушино, 17-21 июня 2013г. М., 2013. Т. 1. С. 106-109.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СМОРОДИНЫ

**Коняхина Е.С., студент 1 курса бакалавриата, факультет агрономии и экологии**

Научный руководитель: Пакулина А.П., д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
liza\_konyahina16@mail.com

**Аннотация.** Ягоды смородины содержат витамины, органические кислоты, флавоноиды. В данной работе были определены зольность, массовая доля титруемых кислот в ягодах смородины различных сортов, которые произрастают в с. Грибское Амурской области.

**Ключевые слова:** смородина, органические кислоты, зольность

Ягоды смородины обладают высоким содержанием витамина С, пектинов, азотистых веществ, минералов [1]. Растения очень декоративны в период цветения весной и в период плодоношения летом.

Целью данной работы является определить зольность и массовую долю титруемых кислот в ягодах смородины.

Объекты изучения - ягоды чёрной смородины сортов Новосёл, 9-26, Амурский консервный, 2-21, 2-14, произрастающие в с. Грибское Амурской области.

Зольность ягод определяли путём сжигания пробы в электропечи при контролируемом температурном режиме (до 800 °С) до получения белой золы. Зольность указывает на присутствие микро- и макроэлементов. Зола ягод смородины чёрной содержит 9,09 % кальция, 0,69 % железа, 18,57 % фосфора от веса золы [1]. Наибольшую зольность имеют ягоды смородины сорта Амурский консервный.

Массовую долю титруемых кислот проводили титрованием водной вытяжки 0,1 н раствором NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности». В ягодах смородины помимо яблочной кислоты присутствуют лимонная, бензойная, винная и другие органические кислоты. Присутствие в ягодах смородины органических кислот и сахаров определяет вкус ягод. Титруемая кислотность в пересчёте на яблочную кислоту у ягод смородины составила 0,64 % (2-14) до 1,08 (Амурский консервный).

Таблица 1 - Химический состав ягод смородины

Сорт	Зольность, %	Титруемая кислотность в пересчёте на яблочную кислоту, %
Новосёл	0,70	0,74
9-26	0,72	0,83
Амурский консервный	0,74	1,08
2-21	0,74	0,96
2-14	0,71	0,64

### Библиографический список

1. Химический состав ягод смородины. <https://www.agrodialog.com.ua/ximicheskij-sostav-yagod-smorodiny.html> (дата обращения 9.04.2020)

Благодарности: автор благодарит Зарицкого А.В., к.с.х.н., доцента ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, за предоставленные образцы ягод смородины.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭСТЕРАЗЫ В СЕМЕНАХ КУЛЬТУРНОЙ СОИ РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ

**Мартыненко Н.В., мл. науч. сотр. лаборатории биотехнологии**

Научный руководитель: Лаврентьева С.И., канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биотехнологии

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

nata.martynenko1997@mail.ru

**Аннотация.** Исследовано действие удельной активности в сортах сои различных групп спелости и установлено, что скороспелые сорта обладали наивысшей удельной активностью. При этом удельная активность среднеспелых сортов практически одинакова, а позднеспелые обладали наименьшей удельной активностью, что, вероятно, связано с условиями возделывания культуры.

**Ключевые слова:** соя (*Glycine max* (L.) Merr.), эстераза, удельная активность.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – традиционная культура Амурской области, которая ежегодно обеспечивает более 35% общих сборов в Российской Федерации и является одной из главных сельскохозяйственных культур мирового земледелия [3]. В современном мировом растениеводстве соя относится к числу главнейших белково-масличных культур. Это связано с комплексом ценных свойств растений и зерна сои, а также с универсальностью ее использования [4].

Хотя по своей природе соя является теплолюбивой культурой короткого дня, ее биологический потенциал позволяет выращивать сорта в широком диапазоне климатических условий [1]. На сегодняшний день для зоны Дальнего Востока создано и включено в Государственный реестр селекционных достижений 38 сортов сои ФГБНУ ВНИИ сои различных групп спелости от ультроскороспелых (с периодом вегетации менее 90 дней) до позднеспелых (с периодом вегетации до 125 дней) [5].

Гидролитические ферменты играют важную роль в адаптации растений к изменяющимся природным условиям. Эстеразы катализируют превращение сложных эфиров, благодаря чему играют ключевую роль во многих биологических процессах и являются маркерами отбора селекционного материала [2].

Цель исследования – определить удельную активность эстераз в семенах культурной сои, различающихся по скороспелости.

Для исследования использовали сорта сои, полученные лабораторией селекции и генетики сои Всероссийского научно-исследовательского института сои, различающиеся по скороспелости: скороспелые (Лидия, Соната), среднеспелые (Китросса, Персона, Гармония, Евгения, Даурия) и позднеспелые (Алёна, Бонус) сорта сои, выращенные на полях селекционного севооборота ВНИИ сои (с. Садовое) в 2018 году.

Экстракты белков семян сои, гомогенизировали и экстрагировали в фарфоровых ступках, удельную активность эстераз определяли спектрофотометрическим методом по Ван Асперну, белок – биуретовым методом. Математическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10, графическое представление данных – Excel (2010). Результаты выражали как среднее ( $n = 6$ )  $\pm$  стандартное отклонение, различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Анализ диаграммы, удельной активности эстераз культурной сои различающихся по скороспелости, позволил установить, что у анализируемых скороспелых сортов сои наибольшей удельной активностью обладала Соната (рис. 1). У среднеспелых сортов, наибольшая удельная активность была выявлена у Китроссы, наименьшей обладал сорт Даурия. При этом

сорта Персона, Гармония и Евгения обладали практически одинаковой удельной активностью. При анализе позднеспелых сортов установлена наивысшая удельная активность у сорта Алёна.

Также следует отметить, что скороспелые сорта обладали наивысшей удельной активностью. Заметим, что удельная активность среднеспелых сортов практически одинакова, а позднеспелые обладали наименьшей удельной активностью, что, вероятно, связано с условиями возделывания культуры.

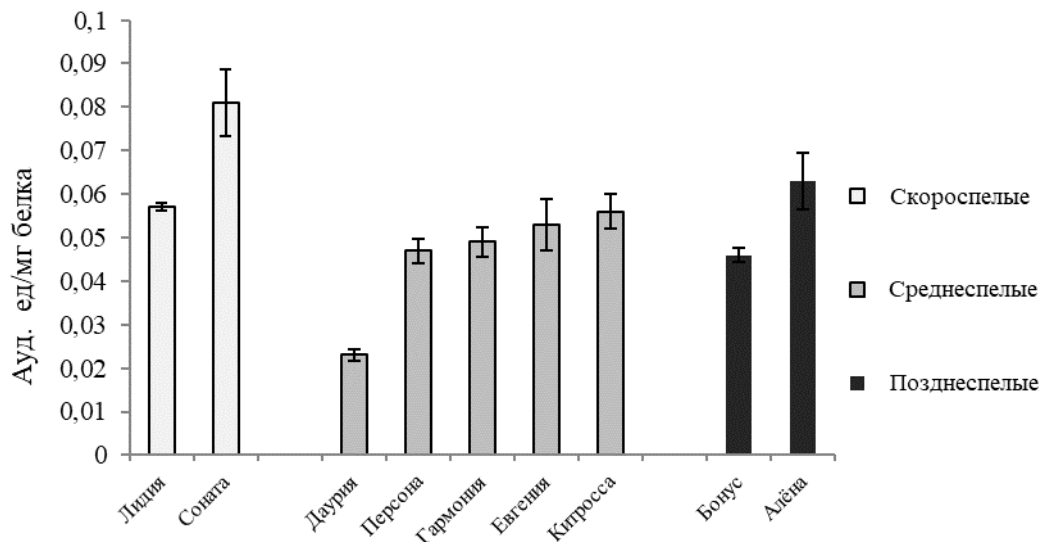


Рисунок 1 – Удельная активность эстераз культурных сортов сои различающихся по скороспелости

Таким образом, при изучении удельной активности эстеразы можно сказать, о прямой зависимости удельной активности эстеразы от сроков посева: скороспелые сорта обладали, наибольшей, а позднеспелые наименьшей удельной активностью фермента.

### Библиографический список

1. Герасимова, Т.В. Биологические особенности и селекционная ценность скороспелых образцов сои в условиях северо-запада РФ. Автореф...дис. кан. наук. – Санкт-Петербург: 2009. – 22 с.
2. Лаврентьева, С.И. Эстеразная активность семян сои и амаранта различного филогенетического происхождения / С.И. Лаврентьева, И.А. Трофимцова, Н.В. Мартыненко // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений. Сборник материалов V Международной научно-методологической конференции: в 2т. Москва: Изд-во РУДН, 2019. – С. 46-49. DOI: 10.22363/09359-2019-46-49.
3. Малашонок, А.А. Кластерная модель развития соевого подкомплекса Амурской области / А.А. Малашонок // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 184-190.
4. Толоконников, В.В. Селекция скороспелых сортов сои для условий орошения / В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарова, С.В. Иленева и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №3 (45). С. 123-124. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.037>.
5. Фокина, Е.М. Практические результаты селекционных исследований по сое в Амурской области / Е.М. Фокина, Г.Н. Беляева, С.А. Титов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №2(46). С. 60-66. DOI: 10.24411/1999-6837-2018-12029.

**СИНТЕЗ МАЛОНАТОВ СУРЬМЫ(V) ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ**  
 **$Ar_3AlkSbO(O)C-CH_2-C(O)OSbAlkAr_3$ ,  $Ar = (2,6-OMe)_2C_6H_3$ ,  $Alk = Et, CH_2C(O)OEt$**

**Михайлюк А.А., студентка 4 курса бакалавриата;**

**Зубакина И.Н., аспирантка 3 курса, естественно-географический факультет**

Научный руководитель: Егорова И.В., д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры химии  
 ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»

*e-mail: mikhailyk\_98\_alinke@bk.ru*

**Аннотация.** Алкилированием *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы этилйодацетатом и йодэтаном получены йодиды тетраорганилсурьмы общей формулы  $[Ar_3AlkSb]I$ ,  $Ar = (2,6-OMe)_2C_6H_3$ ,  $Alk = Et, CH_2C(O)OEt$ . Взаимодействием  $[Ar_3AlkSb]I$  с малонатом серебра впервые синтезированы малонаты *бис*(тетраорганилсурьмы)  $Ar_3AlkSbO(O)C-CH_2-C(O)OSbAlkAr_3$ . Полученные соединения охарактеризованы методом ИК–спектроскопии.

**Ключевые слова:** алкилирование, *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьма, этилйодацетат, йодэтан, малонаты *трис*(2,6-диметоксифенил)алкилсурьмы, ИК–спектроскопия.

Разработка методов получения, изучение строения, физических и химических свойств органических соединений сурьмы является актуальной задачей, так как исследование условий проведения химических реакций позволяет развивать эффективные подходы к синтезу новых элементоорганических производных.

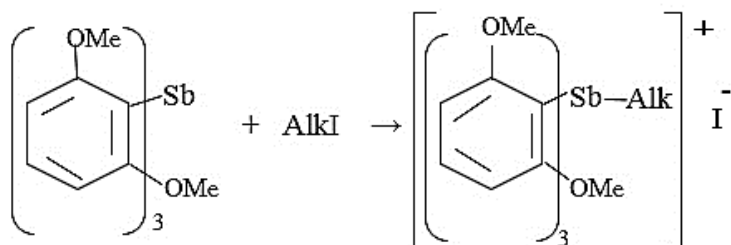
Известно, что арильные производные сурьмы(V), в отличие от алкильных – твердые кристаллические вещества, устойчивые к кислороду и влаге. Кроме того, органические соединения сурьмы менее токсичны по сравнению с неорганическими комплексами. Эти обстоятельства в значительной степени определяют интерес к получению новых сурьмаорганических соединений, содержащих при атоме сурьмы как алкильный, так и арильные заместители.

Сурьмаорганические соединения представляют интерес не только с практической, но и теоретической точки зрения. Относительно большой размер атома сурьмы и особенности электронного строения обуславливают нежесткость его координационной сферы.

Цель работы – синтез малонатов триарилалкильных производных сурьмы(V), содержащих потенциальные координирующие центры (атомы кислорода метоксильных групп) в ароматических заместителях.

*Трис*(2,6-диметоксифенил)сурьма синтезирована из 2,6-диметоксифениллития и хлорида сурьмы(III) в эфире [1, 2].

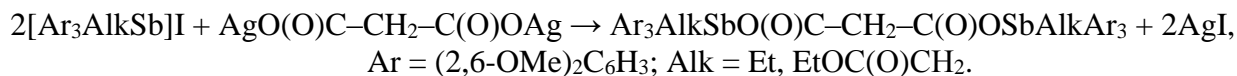
Алкилированием *трис*(2,6-диметоксифенилсурьмы) йодэтаном и этилйодацетатом в бензоле получены йодиды *трис*(2,6-диметоксифенил)этилсурьмы (66%) и *трис*(2,6-диметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы(71%) [1, 2] по схеме:



$Alk = Et, CH_2C(O)OEt.$

Ранее в лаборатории «Химии элементоорганических соединений» БГПУ был получен малонат *бис*(тетрафенилсурьмы), строение которого установлено методами ИК–спектроскопии, рентгеноструктурного и элементного анализа [3].

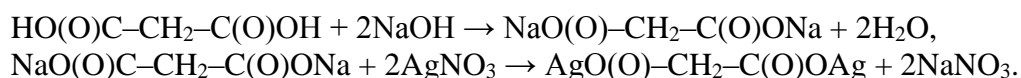
В продолжение данных исследований с целью получения биядерных сурьмаорганических малонатов общей формулы  $\text{Ar}_3\text{AlkSbO(O)C-CH}_2\text{-C(O)OSbAlkAr}_3$ нами изучено взаимодействие йодидов *трис*(2,6-диметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы и *трис*(2,6-диметоксифенил)этилсурьмы с малонатом серебра (2:1 мольн.) по схеме:



Продукты реакций – малонат *бис*[*трис*(2,6-диметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы] и малонат *бис*[*трис*(2,6-диметоксифенил)этилсурьмы] – получены свыходами 25 % и 22 % соответственно. Реакции проводили в хлороформе. Малонаты *бис*(триарилалкилсурьмы) представляют собой бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в ацетоне, хлороформе, этиловом спирте и мало растворимые в диэтиловом эфире, ДМСО, ДМФА.

ИК–спектр соединений снят на Фурье–спектрометре ФСМ 1201 в интервале 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  в таблетках с КВг. Полосы поглощения в ИК–спектрах соединений относили в соответствии с данными работ [3, 4]. В ИК–спектрах малонатов *бис*[*трис*(2,6-диметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы] и *бис*[*трис*(2,6-диметоксифенил)этилсурьмы] присутствуют интенсивные полосы поглощения при 1734, 1577  $\text{cm}^{-1}$  и 1719, 1579  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующие валентным колебаниям  $\nu_{\text{as}}(\text{OCO})$ .

Синтез исходного малоната серебра осуществляли согласно схемам реакций:



Выход малоната серебра составил 85%. ИК–спектр, ( $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ): 1739, 1577 [ $\nu_{\text{as}}(\text{OCO})$ ].

Таким образом, взаимодействием йодидов *трис*(2,6-диметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы и *трис*(2,6-диметоксифенил)этилсурьмы с малонатом серебра синтезированы неизвестные ранее биядерные карбоксилаты *бис*(триарилалкилсурьмы).

### Библиографический список

1. Wada M., Miyake S., Hayashi S. // J. Organomet. Chem. 1996. V. 507. P. 53. doi. 10.1016/0022-328X(95)05716-3.
2. Егорова И.В., Жидков В.В., Гринишак И.П. // Журн. неорг. химии. 2019. Т. 64. № 1. С. 15 [Egorova I.V., Zhidkov V.V., Grinishak I.P. // Russ. J. Inorg. Chem. 2019. V. 64. № 1. P. 28. doi 10.1134/S0044457X19010070].
3. Зубакина И.Н., Егорова И.В., Жидков В.В. / Сборник тезисов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Санкт-Петербург, 2019. – Т.1. С.187. Zubakina I.N., Egorova I.V., Zhidkov V.V. / Proc. Int. conf. XXI Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry. Saint-Peterburg, 2019. V.1. P. 187.
4. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. М.: Мир, 2013. 438 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НИТРАТОВ В ТОМАТАХ

Мочалова П.И., студентка 4 курса бакалавриата,  
естественно-географический факультет

Научный руководитель: Панова Л.П., к.х.н., доцент, доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
*e-mail: polina80\_98@mail.ru*

**Аннотация.** С помощью вольтамперометрического анализа определено содержание тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия, свинца) в плодах томатов и фотоколориметрическим методом определено содержание нитратов.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, инверсионная вольтамперометрия, нитраты, плоды томатов

По словам академика Юрия Александровича Золотова: «Окружающая среда – вызов аналитической химии» [1]. Аналитическая химия в настоящее время приобрела особую актуальность, поскольку основным фактором неблагоприятного антропогенного воздействия на природу являются химические загрязнения. Определение их концентрации в различных природных объектах становится важнейшей задачей аналитической химии.

Для определения концентрации тяжелых металлов нами был использован метод инверсионной вольтамперометрии. Вольтамперометрия – это электрохимический метод качественного и количественного анализа, основанный на предварительном концентрировании определяемого вещества при постоянном потенциале из сравнительно большого объема раствора в небольшом объеме или на поверхности электрода и электрохимического растворения концентрата при одновременном измерении какой-либо электрохимической характеристики системы: тока, потенциала или количества электричества.

Из розничной торговой сети были отобраны образцы плодов томатов различных стран производителей: Россия (Амурская область, СХПК «Тепличный»), КНР, Сенегал. Отбор проб проводился согласно ГОСТ Р 55906-2013. Томаты свежие. Технические условия.

Анализ сырья был проведен согласно ГОСТ 33824-2016. Полученные в ходе исследований данные представлены в таблицах 1.

Таблица 1 – Концентрации ТМ в плодах томатов

Название образца	Концентрации ТМ в анализируемых пробах, мг/кг (P = 0,95)			
	Zn	Pb	Cd	Cu
ПДК				
Россия «Тепличный»	0,234± 0,04	0,0025 ± 0,0005	0,12 ± 0,024	7,13 ± 1,43
Сенегал	0,033 ± 0,0066	0,33 ± 0,066	0,506 ± 0,1	0,18 ± 0,036
КНР	0,27±0,054	0,3±0,1	0,2±0,04	0,98±0,37
<b>ПДК</b>	<b>10</b>	<b>0,5</b>	<b>0,03</b>	<b>5</b>

В ходе исследования было установлено, что в образцах томатов всех стран производителей превышено ПДК по кадмию; в томатах СХПК «Тепличный» превышено содержание меди.

Определение нитратов проводили фотометрическим методом согласно ГОСТ 29270-95. По результатам исследования было установлено, что только томаты, произведенные в КНР, по содержанию нитратов соответствуют нормативу. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание нитратного азота в исследуемых образцах

Страна произрастания	КНР	Россия СХПК «Тепличный»	Сенегал
Содержание нитратного азота (мг/кг образца)	101,08	353,78	454,86
<b>Норма (мг/кг)</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>150</b>

Таким образом, вся исследуемая растительная продукция в той или иной мере не пригодна для употребления в пищу.

### Библиографический список

1. Золотов, Ю.А. Окружающая среда – вызов аналитической химии / Ю.А. Золотов // Вестник Российской академии наук. – 1997.– Т. 67. – №11. – С. 1041-1043.
2. ГОСТ 33824-2016. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). Введ. впервые. – М. : Стандартиформ, 2016. – 23 с.
3. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей Методы определения нитратов. Взамен ГОСТ 29270-91; Введ. 1997.01.10. – М. : Стандартиформ, 2010. – 15 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И АНТОЦИАНОВ В ЯГОДАХ

Нагорнова А.В., студент 1 курса бакалавриата, факультет агрономии и экологии

Научный руководитель: Пакулина А.П., д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
lina.nagornova2000@mail.com

**Аннотация.** Ягоды дикорастущих растений содержат витамины, органические кислоты, флавоноиды. В данной работе были определены зольность, массовая доля титруемых кислот, содержание аскорбиновой кислоты и флавоноидов в ягодах брусники (*Vacciniumvillus-idaeaL.*), актинидии коломикта (*ActinidiakolomiktaMaxim*), голубики (*VacciniumuliginosumL.*), клюквы обыкновенной (*OxycoccusquadripetalusGilib*).

**Ключевые слова:** актинидия, брусника, клюква, голубика, аскорбиновая кислота.

Ягоды дикорастущих растений обладают высоким содержанием витаминов, антиоксидантов, минералов. Например, актинидия содержит такие микроэлементы, как железо, марганец, цинк, медь, богата витамином С и витаминами группы В [1]. Растения очень декоративны весной, когда цветут, и летом, когда появляются красивые и вкусные плоды.

Целью данной работы является определить химические вещества в ягодах дикорастущих растений Амурской области.

Объекты изучения - ягоды брусники (*Vacciniumvillus-idaeaL.*) и голубики (*VacciniumuliginosumL.*), клюквы обыкновенной (*OxycoccusquadripetalusGilib*) из семейства брусничные (*VacciniaceaeS.F.Gray*), актинидии коломикта (*ActinidiakolomiktaMaxim*).

В ягодах дикорастущих растений определили массовую долю аскорбиновой кислоты йодометрическим методом (по Б.П. Плешкову), количественный анализ антоцианов спектрофотометрическим методом. Метод основан на экстракции навески ягод 1% раствором HCl, измерении оптической плотности раствора при длине волны 510 нм в кюветах с толщиной слоя 1 см. Качественный анализ флавоноидов в спиртовом экстракте мякоти ягод по взаимодействию с хлоридом железа (III), хлоридом алюминия (III), с щёлочью, с соляной кислотой и с помощью цианидиновой пробы (пробы Шинода).

Таблица 1 - Результаты качественного анализа флавоноидов ягод дикорастущих растений Амурской области

ягода	с FeCl <sub>3</sub>	с КОН	Проба Шинода	с AlCl <sub>3</sub>	с HCl
актинидия	Зелёно-коричневый цвет	Жёлтый цвет	Жёлтый цвет	Жёлтый цвет	Жёлто-зелёный цвет
клюква	Коричневый цвет	Голубой цвет	Розовый цвет	Розовый цвет	Розовый цвет
брусника	Тёмно-зелёный цвет	Синий цвет	Розовый цвет	Бордовый цвет	Красный цвет
голубика	Тёмно-коричневый цвет	Изумрудный цвет	Тёмно-розовый цвет	Тёмно-фиолетовый цвет	Малиновый цвет

### Библиографический список

1. Актинидия. Химический состав и пищевая ценность. [https://health-diet.ru/table\\_calorie\\_users/67212/](https://health-diet.ru/table_calorie_users/67212/) (дата обращения 8.04.2020)

## ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

**Назаров Е.Н., студент 4 курса бакалавриата, естественно-географический факультет**

Научный руководитель: Родионова Н.А., к.х.н., доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
nazarov1999@inbox.ru

**Аннотация.** Качество поваренной соли, обусловленное содержанием примесей, зависит от технологии ее производства. Присутствие примесей токсичных элементов можно определить методом инверсионной вольтамперометрии.

**Ключевые слова:** инверсионно-вольтамперометрический метод, поваренная соль, токсичные элементы.

По объему реализации поваренная соль занимает первое место. Данный продукт не только изменяет вкусовые свойства пищи, но и имеет большое физиологическое значение для организма человека: является неперенным компонентом крови, лимфы, желчи и клеточной протоплазмы, служит основным регулятором осмотического давления в тканях и клетках, регулирует водно-солевой обмен и кислотно-щелочное равновесие в организме, является источником образования соляной кислоты в процессе желудочной секреции. В химической промышленности поваренная соль используется для получения соды, хлора, соляной кислоты, гидроксида натрия и металлического натрия [1].

Цель работы: провести инверсионно-вольтамперометрическое определение содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка) в поваренной соли.

Объекты исследования: «Соль пищевая каменная молотая для засолки и консервирования продуктов» (образец I), соль выварочная экстра «Усольская» (образец II), соль выварочная экстра «Белёк» (образец III).

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация токсичных элементов [2]

Образец ПДК	Концентрация, мг/кг (P = 0,95)			
	Zn	Pb	Cd	Cu
I	3,1 ± 0,5	1,1 ± 0,2	0,16 ± 0,02	2,4 ± 0,4
II	1,45 ± 0,2	1,23 ± 0,2	0,12 ± 0,02	1,4 ± 0,2
III	1,9 ± 0,3	1,1 ± 0,1	0,17 ± 0,02	2,5 ± 0,4

В ходе проведенной работы можно сделать вывод, что концентрация токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка) в исследуемых образцах не превышает норму:

### Библиографический список

1. Поваренная соль: учебное пособие / И.Д. Соколов, А.А. Фурман, М.П. Бельды. – М.: Издательский центр «Химия», 1989. – 272с.
2. ГОСТ 33824 – 2016. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). – Введен впервые : 2015-01-07. – М. : Стандартинформ, 2016. –26 с.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРИС(2,6-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ С ПАРАФОРМОМ  
В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОТ**

**Планкина Е.С., студентка 4 курса бакалавриата,  
естественно-географический факультет**

Научный руководитель: Жидков В.В., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
jvlvl@mail.ru

**Аннотация.** Получены и охарактеризованы методом ИК-спектроскопии продукты взаимодействия *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы с параформом в присутствии  $\text{BF}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . В ИК-спектрах полученных соединений присутствуют характеристические полосы исходной *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы.

**Ключевые слова:** *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьма, параформом, ИК-спектроскопия.

В последнее время проблемам синтеза и строения арильных соединений сурьмы(III) с донорными заместителями в арильном радикале уделяется большое внимание. Доказана возможность применения *трис*(4-N,N-диметиламинофенил)сурьмы и *трис*(2-метокси-5-бромфенил)сурьмы в синтезе диацилатов, диароксидов, диоксиматов, дисульфонов *трис*(4-N,N-диметиламинофенил)сурьмы и *трис*(2-метокси-5-бромфенил)сурьмы реакцией окислительного присоединения. Изучен антибактериальный эффект *трис*(4-N,N-диметиламинофенил)сурьмы, *трис*(2-метокси-5-бромфенил)сурьмы и их дибензоатов в отношении штаммов лактозоположительных и лактозоотрицательных культур кишечной палочки (*E. coli*) [1], что подтверждает возможность использования этих соединений в медицине. Известно, что арильные соединения сурьмы(V) применяются в органическом синтезе в качестве катализаторов. Например, диацилат трифенилсурьмы катализирует реакцию синтеза тиокарбоновых кислот и амидов [2, 3]

Ранее описано взаимодействие пентафенилсурьмы с параформом, при котором была получена бензилокситетрафенилсурьма [4]. Кроме того, изучены реакции трифенилсурьмы с кислотами с образованием монозамещенных продуктов деарилирования типа  $\text{Ar}_2\text{SbX}$  [5]. Известно, что параформ подвергается частичной деполимеризации в присутствии кислот при нагревании с образованием формальдегида, в котором присутствует карбонильная группа [6]. В кислой среде активность карбонильной группы увеличивается, так как вследствие протонирования атома кислорода карбонильной группы на атоме углерода возникает положительный заряд, что повышает реакционную способность соединения [7]. На основании способности  $\text{Ar}_3\text{Sb}$  и параформа взаимодействовать с кислотами было выдвинуто предположение о возможности взаимодействия данных соединений между собой в условиях кислой среды, которое нуждалось в экспериментальном подтверждении.

Нами установлено, что *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьма взаимодействует с параформом и  $\text{BF}_3$  в  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$  при температуре 100 °С с образованием кристаллического продукта с выходом 22 %, т. пл. 180 °С (продукт перекристаллизован из ДМФА: $\text{CHCl}_3$ , 1:1). Замена фторида бора(III) на соляную кислоту приводит к образованию окрашенного в пурпурный цвет порошка с выходом 14 %, т. пл. >220 °С. Отметим, что замена соляной кислоты на ледяную уксусную кислоту не приводит к образованию нового продукта. Относительно малая т. пл. кристаллического продукта по сравнению с т. пл. окрашенного в пурпурный цвет порошка позволяет предположить, что кристаллический продукт не имеет полимерного строения, в отличие от продукта второй реакции. Однако оба продукта реакций нерастворимы в ацетоне, хлороформе, ДМФА, что указывает на их полимерное строение и противоречит первому

предположению. Следовательно, полученные соединения нуждаются в дополнительном исследовании.

ИК–спектры соединений сняты на Фурье–спектрометре ФСМ 1201 в интервале 400–4000  $\text{см}^{-1}$  в таблетках с KBr.

В ИК–спектре кристаллического продукта присутствуют полосы поглощения с максимумами при 771  $\text{см}^{-1}$  [ $\delta_s(\text{C-H})_{\text{Ar}}$ ]; 1028, 1085, 1214, 1254, 1307  $\text{см}^{-1}$  [ $\delta_{\text{ip}}(\text{C}_{\text{Ar}}\text{-H})$ ]; 1470, 1571, 1654  $\text{см}^{-1}$  [(C–C<sub>Ar</sub>)]; 2835, 2935  $\text{см}^{-1}$  [(O–C<sub>Me</sub>)] [8, 9].

В ИК–спектре окрашенного в пурпурный цвет порошка присутствуют полосы поглощения с максимумами при 807  $\text{см}^{-1}$  [ $\delta_s(\text{C-H})_{\text{Ar}}$ ]; 1037, 1093, 1203, 1302 [ $\delta_{\text{ip}}(\text{C}_{\text{Ar}}\text{-H})$ ]; 1457, 1506, 1592, 1614  $\text{см}^{-1}$  [(C–C<sub>Ar</sub>)]; 2842, 2932, 2999 [(O–C<sub>Me</sub>)] [8, 9].

Описанные диапазоны частот подтверждают наличие в структурах продуктов ароматических колец (колебания [(C–C<sub>Ar</sub>), [ $\delta_s(\text{C-H})_{\text{Ar}}$ ], [ $\delta_{\text{ip}}(\text{C}_{\text{Ar}}\text{-H})$ ]) и метоксильных заместителей [(O–C<sub>Me</sub>)].

### Библиографический список

1. Чагарова, О.В. Синтез и строение производных сурьмы, содержащих координирующие центры в арильных заместителях: Дисс... канд. хим. наук. – Иркутск, 2012. – 133 с.: ил.
2. Nomura R., Miyazaki S.–1., Nakano T., Matsuda H. // Chem. Ber. 1990. Bd 123. S. 2081. DOI: 10.1002/cher.19901231023
3. Nomura R., Wada T., Yamada Y., Matsuda H. // Chem. Lett. 1986. N 11. P. 1901. DOI: 10.1246/cl.1986.1901.
4. Жидков, В.В. Алкокси– и ароксипроизводные тетрафенилсурьмы и фосфора. Синтез и реакции термического разложения: Дисс... канд. хим. наук. – Москва, 1995. – 89 с.
5. Кочешков, К.А. Методы элементоорганической химии. Сурьма, висмут / К.А. Кочешков, А. П. Сколдинов, Н.Н. Землянский. – М.: Наука, 1976. – 483 с.
6. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. – К.:Высш шк. Головное изд–во, 1989. – 447 с., 10 ил., 9 табл.– Библиогр.: 29 назв.
7. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия: Учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян – 8–е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2010. – 416 с.: ил. – (Высшее образование: Современный учебник).
8. Преч, Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Аффельтер. – М.: Мир, 2013. – 438 с.
9. Птицина, О.А. Лабораторные работы по органическому синтезу: Л12 Учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин–тов / О.А. Птицина [и др.] – М.: Просвещение, 1979. – 256 с.: ил.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА СЕТИ АЗС РОС- НЕФТЬ В Г. БЛАГОВЕЩЕНСК

**Приходько К.С., студент 3 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет**

Научный руководитель: Охотникова Г.Г., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры  
химии и химической технологии

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

kir-prih@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлено исследование качества автомобильного топлива сети АЗС Роснефть в г. Благовещенск, выполненное на базе ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет». В процессе исследования определен ряд качественных характеристик бензина. Лабораторные испытания проводились согласно нормативной документации. Предварительно был проведен опрос и анкетирование населения с целью изучения общественного мнения о качестве бензина на рынке г. Благовещенска.

**Ключевые слова:** бензин, примеси, показатели качества, анализ, Роснефть.

Автомобильный транспорт – самая массовая отрасль, которая давно заняла и прочно удерживает ведущие позиции в транспортном комплексе страны. Любому автолюбителю хочется, чтобы его машина прослужила как можно дольше. Для этого необходимо не только надлежащее техническое обслуживание, но и использование качественного топлива.

Сеть АЗС компании Роснефть давно представлена на рынке топлив в г. Благовещенск; по результатам опроса 42 % автомобилистов предпочитают данную сеть другим в городе и отмечают высокое качество бензина и ГСМ данного производителя. Количество опрошенных респондентов составляет 200 человек, наибольшая часть которых имеет стаж вождения больше 5 лет.

Для определения качественных характеристик топлива путем лабораторных испытаний были отобраны образцы бензина марок АИ-98, АИ-95, АИ-92 и ДТ на всех АЗС сети Роснефть Г. Благовещенска. Все образцы являются зимними бензинами, отбор проб был произведен в соответствии с ГОСТ 2517-85.

При определении качества исследуемых образцов были проведены следующие испытания.

*Определение плотности ареометром по ГОСТ 3900-85.* Данный метод позволяет определить плотность нефтепродуктов при помощи ареометра для нефти. Оптимальная плотность бензина (АИ-92 – АИ-98) составляет 725-780 кг/м<sup>3</sup>, для ДТ – 810-865 кг/м<sup>3</sup>.

*Определение относительной плотности пикнометром по ГОСТ 3900-85.* Данный метод позволяет определить относительную плотность – отношение массы испытуемого образца к массе воды, при одинаковом объеме и температуре с последующим вычислением относительной плотности. Относительная плотность для бензинов не нормируется, однако, согласно ГОСТ 3900-85 её можно использовать для более точного определения плотности исследуемого нефтепродукта.

*Открытие тяжелых углеводородов в соответствии с ГОСТ 2084-77.* Данный метод позволяет определить присутствие тяжелых углеводородов в испытуемой пробе бензина. Тяжелые углеводороды нарушают нормальную работу двигателя, оседая в камере сгорания, топливном баке, системе подачи топлива и т.д. Под действием высоких температур эти отложения коксуются и превращаются в нагар.

*Испытание на медной пластине согласно ГОСТ 6321-92.* Данный метод позволяет определить коррозионное воздействие топлива на узлы двигателя при повышенных температурах, зависящее от общего содержания активных соединений серы.

*Определение присутствия водорастворимых кислот и щелочей по ГОСТ 6307-75.* Данный метод позволяет обнаружить присутствие водорастворимых кислот и щелочей в топливе. Водорастворимые кислоты и щелочи оказывают сильное корродирующее воздействие на металл, что вызывает повышенный износ многих деталей и узлов двигателя.

*Определение кислотности по ГОСТ 5985-79.* Данный метод позволяет определить кислотность, которая характеризует коррозионные свойства исследуемой пробы бензина. Кислотность топлива не должна превышать значения в 0,8 мг КОН на 100 см<sup>3</sup>. Органические кислоты, как и водорастворимые (минеральные), оказывают корродирующее воздействие, в основном представляя опасность для цветных металлов.

*Органолептические испытания.* Данное испытание является субъективным, органолептические свойства определяются визуально. Испытуемый образец должен быть чистым, прозрачным, цвет от практически бесцветного до бледно-желтого. На просвет устанавливается наличие явно видимых механических примесей.

В объединённой таблице 2 представлены итоговые результаты всех лабораторных испытаний и соответствующие нормативные характеристики (НХ) топлива, согласно ГОСТ 2084-77.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Марка бензина	Плотность ареометром, кг/м <sup>3</sup>	Относительная плотность пикнометром	Тяжелые углеводороды	Испытание на медной пластине	Водорастворимые кислоты и щелочи	Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup>	Цвет
АИ-98	752	755,1	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,10	бледно-желтый
АИ-95	743	740,9	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,09	бледно-желтый
АИ-95	744	741,3	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,12	бледно-желтый
АИ-92	729	722,5	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,10	бледно-желтый
АИ-92	730	723,7	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,08	бледно-желтый
ДТ	813	809,7	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,16	бледно-желтый
ДТ	815	811,2	отсутствуют	выдержало	отсутствуют	0,18	бледно-желтый
НХ	725-780 810-865 (для ДТ)	не нормируется	отсутствуют	выдерживает	отсутствуют	не более 0,8	От бесц. до бледно-желтого

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что все испытуемые образцы топлива соответствуют требованиям ГОСТ. Таким образом, лабораторные испытания подтверждают общественное мнение о качестве топлива АЗС сети Роснефть в г. Благовещенск.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ И МАЛИНЫ, В ВОДЕ И ПОЧВЕ

**Савенко А.В.**, студентка 4 курса, бакалавриата, естественно-географический факультет

Научный руководитель: Панова Л.П., к.х.н., доцент, доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
owle\_97.12@mail.ru

**Аннотация.** С помощью вольтамперометрического анализа определено содержание тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия, свинца) в ягодах малины и черной смородины. Проанализировано содержание тяжелых металлов в почве и воде.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, инверсионная вольтамперометрия, ягоды малины, ягоды черной смородины, вода, почва

Для аналитической химии большое значение приобрела проблема, связанная с загрязнением пищевых продуктов, воды и почвы тяжелыми металлами и другими химическими веществами. Со всевозможных производств в атмосферу идет огромный выброс токсичных веществ. Попадая в атмосферу и воду, тем самым они загрязняют и почву, а с ней и растения. Растения, в свою очередь, это основа всех пищевых продуктов.

Для определения концентрации тяжелых металлов нами был использован вольтамперометрический метод анализа. Вольтамперометрический анализ, основанный на расшифровке поляризационных кривых (вольтамперограмм), полученных в электролитической ячейке с поляризующимся индикаторным электродом и неполяризующимся электродом сравнения.

Вольтамперометрические методики широко используются в аккредитованных испытательных пищевых лабораториях Госстандарта России, Ветеринарной службе, службах Санэпиднадзора, Минздрава, на станциях химизации, в лабораториях Минприроды, Минрыбхоза и др. С помощью инверсионной вольтамперометрии можно проводить исследования на содержание тяжелых металлов (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Ca, Mo, As и др) в почве, воде, пищевых продуктах, кормах, воздухе, напитках, рыбе, мясе, косметике, посуде и хозяйственных товарах, детских игрушках, средствах гигиены, бензинах.

Для исследования были отобраны образцы плодов черной смородины и малины, а также образцы воды, которой поливались данные растения и почвы, на которой они выращивались. Отбор проб проводился согласно:

- ГОСТ 6829-2015. Смородина черная свежая. Технические условия.
- ГОСТ 33915-2016. Малина и ежевика свежие. Технические условия.
- ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
- ГОСТ Р 58595-2019. Почвы. Отбор проб.

Анализ сырья был проведен согласно ГОСТ 33824-2016. Анализ воды проведен согласно ГОСТ 31866-2012. Анализ почв проведен согласно МУ 08-47/203. Полученные в ходе исследований данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таким образом, было установлено:

- превышение ПДК по кадмию и свинцу для ягод малины;
- превышение ПДК по свинцу для ягод черной смородины;
- превышение ПДК по свинцу для воды, используемой для полива;
- превышение ПДК по кадмию для почвы, на которой выращены данные растения.

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что превышение ПДК в воде и почве влечет за собой накопление тяжелых металлов в растительном сырье.

Таблица 1 – Концентрации ТМ в плодах малины и черной смородины

Название образца	Концентрации ТМ в анализируемых пробах, мг/кг (P = 0,95)			
	Zn	Pb	Cd	Cu
ПДК				
Малина	4,1± 0,81	0,53 ± 0,11	0,53 ± 0,11	2,5 ± 0,51
Смородина	6,2 ± 1,2	0,66 ± 0,13	0,39 ± 0,08	1,2 ± 0,23
ПДК	10	0,5	0,5	5

Таблица 2 – Концентрации ТМ в анализируемых пробах воды и почвы

Название образца	Концентрации ТМ в анализируемых пробах, мг/кг (P = 0,95)			
	Zn	Pb	Cd	Cu
ПДК				
Вода	0,005 ± 0,001	0,0025 ± 0,0005	0,53 ± 0,11	0,33 ± 0,066
ПДК	0,01	0,001	1	1
Почва	4,35± 0,78	1,5 ± 0,27	3,2 ± 0,54	2,2 ± 0,39
ПДК	6,0	5,0	3,0	23,0

### Библиографический список

- ГОСТ 33824-2016. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). Введ. впервые. – М. : Стандартинформ, 2016. – 23 с.
- ГОСТ 31866-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии. Введ. впервые. – М. : Стандартинформ, 2013. – 23 с.
- МУ 08-47/203. Почва. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, никеля, кобальта, железа, мышьяка, селена и ртути методом инверсионной вольтамперометрии./ Регистрационный код по ФР. 1.29.2010.07102 / Предприятие аттестовавшее МВИ: ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – Томск : Из-во Томского политехнического университета, 2009. – 80 с.
- ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Введ.01.04.2006. – М. : Роспотребнадзор, 2006. – 16 с.
- ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Введ.15.06.2003. – М. : Минздрав России, 2003 – 152 с.

## ПЕРОКСИДАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИМОРСКИХ СОРТОВ СОИ

Сальникова А.А., студент 4 курса бакалавриата,  
естественно-географический факультет

Научный руководитель: Лаврентьева С.И., канд.биол.наук, доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
lana.lavrenteva.1984@mail.ru

**Аннотация.** исследованы семена сортов сои Приморской селекции на показания удельной активности пероксидаз. Наименьшие, сходные значения ( $0,324 \pm 0,012$  ед/мг белка) были установлены в семенах сортов Сфера и Приморская 4. Показано повышение удельной активности пероксидаз сои в сорте сои Приморская 96, что свидетельствует об усилении метаболических процессов, связанных с расщеплением, вредного для растения, пероксида водорода. Известно, что активность пероксидазы может служить маркером устойчивости семян сои к неблагоприятным факторам внешней среды. Так, увеличение удельной активности пероксидазы свидетельствует об активировании фермента в ответной биохимической реакции на неблагоприятные воздействия факторов внешней среды, а ее снижение – о падении адаптивного потенциала. В связи с чем, для использования в адаптивной селекции, по результатам эксперимента, можно рекомендовать сорт сои Приморская 96.

**Ключевые слова:** соя, пероксидаза, удельная активность.

Значение сои в нашей стране с каждым годом возрастает. Повышенный интерес к культуре объясняется особенностями химического состава зерна и возможностями разностороннего его использования. Расширение посевов и повышение урожайности сои во многом определяется сортом, его приспособленностью к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания и прогрессивной технологии выращивания. В нашей стране накоплен довольно богатый опыт селекционной работы с соей. Создано и районировано большое количество зерновых и кормовых сортов, обладающих значительным диапазоном биологических и хозяйственно-полезных признаков и свойств. Однако они не полностью удовлетворяют требованиям интенсивного производства, поэтому селекционный процесс все более совершенствуется и усложняется [1].

В Приморском крае сою, занимающую около 30 % посевов полевых культур, возделывают на лугово-бурых почвах, с низким содержанием основных элементов питания, в первую очередь фосфора. Судостроение и авиастроение всегда были значимыми отраслями приморской экономики, что приводит к накоплению тяжелых металлов в почвах области и представляет опасность для сельскохозяйственных растений и здоровья человека [2]. Тяжелые металлы вызывают окислительный стресс у растений, при котором образуются активные формы кислорода. При этом происходит повреждение мембран клеток, биологических макромолекул, в том числе, ферментов [3].

Известно, что одним из важных показателей эффективности ферментативного звена антиоксидантной системы в клетке является сбалансированность активностей СОД, ПФО, каталазы и пероксидазы [4]. Пероксидаза катализирует окислительно-восстановительную реакцию в присутствии пероксида водорода, который выступает в качестве акцептора электронов, многих видов органических субстратов посредством высвобождения кислорода [5].

Цель работы – изучить удельную активность пероксидаз семян сортов сои Приморской селекции.

Материалом для исследований служили семена сортов сои Приморской селекции (Приморская 86, Приморская 96, Приморская 4, Муссон, Сфера), полученные от Клыкова А.Г.,

д.б.н., заведующего лабораторией селекции зерновых и крупяных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Владивосток).

Для биохимического анализа из исследуемого материала (500 мг) готовили экстракты белков, в которых определяли количество белка методом Лоури [6], активность пероксидаз – фотоколориметрическим методом по Бояркину [7]. Удельную активность выражали в единицах активности на 1 мг белка. Полученные экспериментальные данные были обработаны с помощью программного обеспечения Statistica 10, графическое представление данных – Excel (2010). Результаты выражали как среднее ( $n = 6$ )  $\pm$  стандартное отклонение, различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Анализ, полученных нами результатов, показал повышение удельной активности пероксидаз сои в сорте сои Приморская 96, что свидетельствует об усилении метаболических процессов, связанных с расщеплением, вредного для растения, пероксида водорода (рис. 1). Т.В. Наумовой и А.А. Авраменко была проведена оценка Приморских сортов сои по урожайности зеленой и сухой массы, химическому составу, урожайности семян. Интересно, что по полученным ими данным также наилучшими показателями обладал сорт сои, Приморская 96 [8].

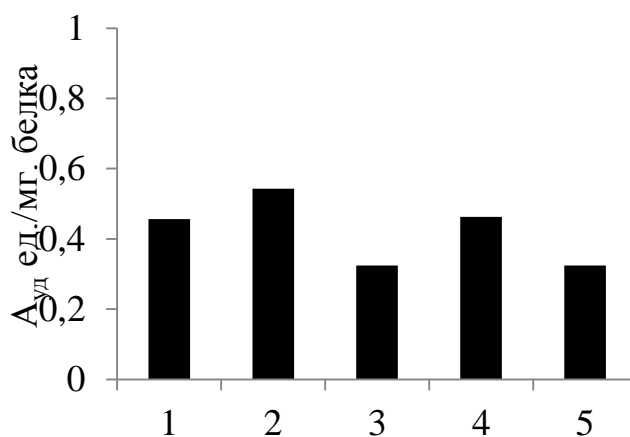


Рисунок 1 – Удельная активность пероксидаз сортов сои Приморской селекции: 1 – Приморская 86; 2 – Приморская 96; 3 – Приморская 4; 4 – Муссон; 5 – Сфера

Сорта сои Приморская 86 и Муссон обладали средними показаниями удельной активности пероксидаз, что, вероятно, связано с умеренной их активацией активных форм кислорода.

Наименьшие, сходные значения ( $0,324 \pm 0,012$  ед./мг белка) были установлены в семенах сортов Сфера и Приморская 4. Однако известно, что повышение пероксидазной активности свидетельствует о снижении вкусовых качеств семян сои [9]. В связи с чем, по-видимому, лучше отбирать сорта с более низкими показаниями удельной активности пероксидаз. В литературе отмечается, что Сфера является перспективным сортом для возделывания в Приморье, а также рекомендована для использования в селекции в качестве донора признаков, обеспечивающих высокие фотосинтетические способности ассимиляционного аппарата растения [10]. Согласно литературным данным, снижение активности пероксидазы также связано с изменением уровня окислительно-восстановительных процессов инфицированных семян, инфекция вызывает снижение метаболической активности и интенсивности дыхания [11, 12].

Иваченко Л.Е. установлено, что активность пероксидазы может служить маркером устойчивости семян сои к неблагоприятному фактору внешней среды. Так, увеличение удельной активности пероксидазы свидетельствует об активировании фермента в ответной биохимической реакции на неблагоприятное воздействие факторов внешней среды, а ее снижение – о падении адаптивного потенциала [13]. В связи с чем, для использования в адаптивной селекции, по результатам эксперимента, можно рекомендовать сорт сои Приморская 96.

Таким образом, в адаптивной селекции при создании экотоксикологических сортов сои целесообразно использовать не только традиционные методы селекции в различных звеньях экосистемы, но и широко применять молекулярные подходы с использованием ферментов, позволяющие получить интегральную характеристику сои на основании различных параметров.

### Библиографический список

1. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко [и др.]; науч. ред. А.К. Чайка; Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с
2. Баймова С.Р. Тяжелые металлы в системе «почва – растения – животные» в условиях Башкирского Зауралья. Дис. ... к.б.н. Уфа, 2009. – 151 с.
3. Окислительный стресс и биохимические маркеры эндотелиальной дисфункции и повреждения внутренних органов в условиях интоксикации тяжелым цветным металлом в эксперименте / Дзугкоева Ф.С., Можаяева И.В., Дзугкоев С.Г., Маргиева О.И., Тедтоева А.И., Отиев М.А. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины: международный научно-теоретический журнал. – 2016. – № 8. – С. 161–164.
4. Оценка оксидативного статуса растений, произрастающих в различных условиях / Холявка М.Г., Карпова С.С., Калаев В.Н. [и др.]. // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–4. — С. 891–897.
5. Brill A.S. Peroxidases and catalases /A.S. Brill// Comprehensive Biochemistry. Elsevier Pub. – USA., 1966. – Vol.14. – P. 447 – 479.
6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
7. Lowry O.H. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, N 1. – P. 265-275.
8. Наумова Т.В., Авраменко А. А. Изучение кормовых достоинств сои в условиях Приморского края // Аграрный вестник Приморья. – 2016. – №4. – С.19-22.
9. Farr, A.G. Immunohistochemistry with enzyme labeled antibodies / A.G. Farr, P.K. Nakane // Journal of Immunological Methods. – 1981. – Vol.47. – P.129 – 144.
10. Продукционные характеристики и мезоструктура фотосинтетического аппарата нового сорта сои Сфера / Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Бурундукова О.Л. // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1 С.8-13.
11. Биохимия и физиология иммунитета растений / Рубин Б.А., Арциховская Е.В., Аксенова В.А. – М.: Высшая школа. – 1975. – 320 с.
12. Активность, изоферментный спектр, термостабильность и молекулярный вес пероксидазы, выделенной из здоровых и зараженных вирусами растений табака / Андреева В.А., Воронова В.А., Угарова Н.Н. // Биохимия.–1979. –Т. 44. – вып. 3. –С. 394 –399.
13. Иваченко Л.Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания: монография. — Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. — 192 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

**Саяпина З.А., студент 4 курса бакалавриата, естественно-географический факультет**  
 Научный руководитель: Родионова Н.А., к.х.н., доцент кафедры химии  
 ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
 zlatasaypina@mail.ru

**Аннотация.** Молочный белок – важный показатель качества молока. Он является легкоусвояемым веществом, способным заменить белки, содержащиеся в мясных продуктах, обладает способностью нейтрализации веществ, губительно действующих на организм. В настоящее время, когда молочная промышленность является постоянно развивающейся отраслью, очень важно следить за качеством и безопасностью молочных продуктов.

**Ключевые слова:** массовая доля белка, молочный продукт, потенциометрическое титрование.

Цель работы: определить содержание массовой доли белка в молочных продуктах.

Объекты исследования: питьевое пастеризованное молоко, жирностью 3,2 %: образец I – торговая марка «Серышевский» (ИП Мельниченко Д. В.); образец II – ЗАО Агрофирма «Партизан»; образец III – АО «Молочный комбинат Благовещенский».

Определение массовой доли белка в молоке проводили с использованием УЛК «Химия» потенциометрическим методом (для определения точки эквивалентности,  $pH = 9$ ) и методом формального титрования. Метод основан на нейтрализации карбоксильных групп моноаминодикарбоновых кислот белков раствором гидроксида натрия, количество которого, затраченное на нейтрализацию, пропорционально массовой доле белка в молоке [1].

Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение массовой доли белка в молоке

Образец	I	II	III
Массовая доля белка, % (экспериментальная)	3,072	2,448	3,20
Массовая доля белка, %, заявленная производителем	3,000	2,800	2,800
Норма, % (не менее)	3,0	3,0	3,0

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод, что по данному показателю соответствуют предъявляемым требованиям образцы I и III. В образце II массовая доля белка значительно ниже, заявленной производителем.

Содержание белков в коровьем молоке может варьироваться от 2,8 % до 3,6 %. Имеется прямая зависимость уровня жира в молоке от процента содержания в нем белка, то есть чем выше насыщенность белком, тем жирнее молоко. Количество белка в молоке зависит от многих факторов: порода животных, возраст, условия содержания, кормление, технология машинного доения.

### Библиографический список

1. ГОСТ 25179-2014. Молоко и молочные продукты. Метод определения массовой доли белка – Взамен ГОСТ 25179-90 ; введ. 2015-01-07. – М. : Стандартинформ, 2015. – 11 с.

## АНТИОКСИДАНТЫ КОШАЧЬЕГО КОРМА

**Сенникова В.М., студент 2 курса специалитета,  
факультет ветеринарной медицины и зоотехнии**

Научный руководитель: Захарова Е.В., канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры химии.  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
elena\_zaxarova\_1972@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования кошачьего корма на присутствие в нем антиоксидантов – рутина и витамина С. Дана сравнительная оценка содержания рутина и витамина С в различных кормах для кошек.

**Ключевые слова:** антиоксиданты, биофлавоноиды, рутин, витамин С, кошачий корм.

Содержание в домашних условиях животных, в частности кошек, требует от их владельцев большой ответственности за их здоровье, которое зависит, прежде всего, от качества и полноценности потребляемого ими корма. В современном мире предлагаемые производителями корма для кошек очень разнообразны по качеству и цене.

Актуальным является применение антиоксидантов при производстве кормов для кошек, так как они не только повышают сохранность самого корма, но и оптимизируют обмен веществ организма животного.

Соединениями с выраженными антиоксидантными свойствами, являются биофлавоноиды (витамин Р, рутин) и аскорбиновая кислота (витамин С).

В литературных источниках указано, что содержание витамина Р пропорционально содержанию аскорбиновой кислоты, так как функционально рутин участвует вместе с витамином С в окислительно-восстановительных процессах организма [1].

В настоящее время очень много продают кормов для кошек как сухих, так и консервированных. Проблема заключается в сбалансированности и экологичности кормов.

Данные по количественному содержанию биофлавоноидов и аскорбиновой кислоты в кошачьих кормах нами не найдены. Поэтому была поставлена цель: определить количественное содержание антиоксидантов - рутина и витамина С в различных кошачьих кормах.

Задачи: дать сравнительную оценку содержания биофлавоноида рутина и витамина С во влажных и сухих кошачьих кормах разных фирм – производителей; выяснить, есть ли различия в содержании антиоксидантов в кормах эконом-, премиум-, супер премиум- и холистик – классов.

Для определения рутина во влажном и сухом кошачьем корме мы использовали метод перманганатометрии, который основан на окислительно-восстановительных реакциях, протекающих между рабочим раствором и определяемым веществом. В качестве индикатора использовали эозин. Количественное определение витамина С в кормах проводили по методу Тильманса, который основан на способности витамина С при титровании восстанавливать щелочной раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола [2].

Исследования влажного корма показали, что в исследуемых образцах наибольшее содержание витамина С в «Tasty» (эконом–класс) – 26,7 мг%, значительно меньше аскорбиновой кислоты (приблизительно в 2 раза) в «Cat chow Adult» и «Sheba» (премиум-класс) – 11,3 и 11,7 мг% соответственно, «Kitekat» (эконом-класс) – 11,5 мг%. Однако, по витамину Р всем образцам уступает «Tasty». В нем всего 1,4 мг%, что в сравнении с витамином С в 19 раз меньше. В остальных образцах разница между антиоксидантами С и Р составляет от 10,2 мг% «Sheba» до 8,7 мг% «Kitekat» (таблица 1).

Исследования сухого корма указали на тот факт, что по сравнению с влажным кормом в сухом больше витамина С во всех образцах. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты в «Tasty» - 47,2 мг%, это в 27 раз больше чем витамина Р в данном образце. Уступает по данному показателю всем образцам «Dreamies» (лакомство, дополнение к основному рациону) – 19,3 мг%, однако витамина Р в нем много – 3,1 мг%, то есть разница между изучаемыми антиоксидантами 16,2 мг% (в 6 раз). Холистик – Grandorf по сравнению с другими образцами сбалансирован по антиоксидантам – соотношение между С и Р – 22 : 2,1 мг%. Представители премиум класса Cat chow Adult и Perfect fit богаты витамином С и Р – 36,3:2,8 мг% (разница в 12 раз) и 46,9:3,6 мг% (разница в 13 раз) соответственно (таблица 2).

Таблица 1 - Содержание антиоксидантов во влажном корме

Таблица 2 - Содержание антиоксидантов в сухом корме

Класс	Эконом		Премиум			Суперпремиум
Название	Kitekat	Tasty	Sheba	Cat chow Adult	Perfect fit	Purina Pro Plan
Витамин С, мг%	11,5	26,7	11,7	11,3	17,5	13,8
Витамин Р, мг%	2,8	1,4	1,5	2,1	2,6	2,3

Класс	Эконом		Премиум		Холистик
Название	Tasty	Dreamies	Cat chow Adult	Perfect fit	Grandorf
Витамин С, мг%	47,2	19,3	36,3	46,9	22,0
Витамин Р, мг%	1,7	3,1	2,8	3,6	2,1

Таким образом, доступными методами титрования в лабораторных условиях во влажных и сухих кошачьих кормах разных производителей количественно были определены антиоксиданты - рутин и витамин С; в сухих кормах по сравнению с влажным кормом витамина С больше в 2-3 раза, что может быть связано как с сырьем для производства кормов, так и с технологией их получения; в сухих и влажных кормах содержание витамина Р невелико, в пределах от 3,6 до 1,7 и от 2,8 до 1,4 мг% соответственно; различия по содержанию антиоксидантов в кормах разных классов существуют: не сбалансирован по данному показателю влажный и сухой корм эконом-класса «Tasty», самый сбалансированный – Grandorf – холистик. В Perfect fit сухом витамина С больше, чем в других образцах премиум класса, по биофлавоноиду он также преобладает, что свидетельствует к стремлению производителя сбалансировать корм. Purina Pro Plan, как представитель супер премиум класса, по содержанию антиоксидантов приближается к кормам класса премиум; можно предположить, что хотя и нет официальных данных по содержанию антиоксидантов в кормах для кошек и количество их на упаковках не указано, фирмы-производители придерживаются определенных стандартов при внесении витаминов С и Р в корма.

### Библиографический список

1. Сыроватский, И.П. Использование окислительно-восстановительных методов для количественного анализа лекарственных средств: учебное пособие / И.П. Сыроватский, Ю.А. Гончикова; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск: ИГМУ, 2017. – 35 с.
2. Чупахина, Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: практикум / Г.Н. Чупахина. - Калинингр. ун-т. – Калининград, 2000. – 59 с.

## РОЛЬ РИБОНУКЛЕАЗЫ ЛИСТЬЕВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЗАТОПЛЕНИЯ

**Терехова О.А., аспирант 5 года обучения естественно-географического факультета**

Научный руководитель: Лаврентьева С.И., к.б.н., доцент, доцент кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
batanik304@mail.ru

**Аннотация.** Охарактеризована удельная активность рибонуклеаз листьев, выращенных на поле ОАО «ОрбитаАгро» в условиях избытка влаги. Установлено, что повышение удельной активности рнказ наблюдается только в период ветвления проростка, что свидетельствует о затруднении доступа кислорода в почву к корням и процесса транспирации листьев из-за избытка влаги в почве и воздухе. Следовательно, при уменьшении количества влаги в почве и воздухе, наблюдали значительное снижение удельной активности рнказ листьев на последних стадиях вегетации.

**Ключевые слова:** рибонуклеазная активность, соя, адаптация

Главная цель выращивания в агрокомплексах любой сельскохозяйственной культуры являются три задачи: максимально возможная урожайность, высокое качество семян и сохранение плодородия почвы. Цель очевидна, но достижение ее далеко непростая задача. Климатические условия оказывают большое влияние на физиологические процессы растений, идущие на молекулярном уровне. К климатическим условиям относят влажность, температуру, давление и т.д. Влага необходимый компонент для растений, обеспечивающий процесс восходящего тока питательных веществ необходимые в дальнейшем для процесса фотосинтеза. В естественных условиях количество влаги невозможно контролировать, соответственно в результате недостатка или избытка влаги в растениях приводит к стрессу (2).

Установлено, что изменения активности ферментов влияют на интенсивность и направленность биохимических процессов, что, в итоге приведет к изменению величины урожая и химического состава растений. Ведущую роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза и адаптации к стрессорам играют ферменты (1). Для исследования был выбран фермент–рибонуклеаза (РНКаза) (КФ 3.1.27.5). РНКаза – фермент литического комплекса, обладающий, согласно литературным данным, широкой субстратной специфичностью.

Цель работы – изучить влияние избытка влаги на удельную активность рибонуклеаз листьев культурной сои сорта Лидия.

Материалом исследования служили сорт сои Лидия, полученный из ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (г. Благовещенск).

Выращивание сои осуществляли на поле ОАО «ОрбитаАгро» весь вегетационный период до созревания семени в течение 90 дней.

Биохимические исследования проводили в двух биологических и трех аналитических повторностях. Из исследуемого материала (500 мг) готовили экстракты белков, в которых определяли белок биуретовым методом. Рибонуклеазную активность спектрофотометрическим методом по Расселу. Удельную активность выражали в единицах активности на мг белка.

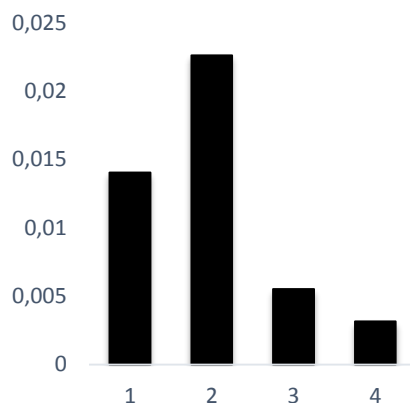


Рисунок 1—Удельная активность рибонуклеаз листьев культурной сои сорта Лидия в условиях избытка влаги: 1- период всхода; 2-период ветвления; 3- период цветения; 4 –период плодообразования.

Сравнительный анализ удельной активности рибонуклеаз сои на разных стадиях вегетации в условиях затопления показал наибольшее значение рибонуклеазной активности в период всхода. Данное повышение удельной активности рибонуклеаз свидетельствует о возникновении стресса для проростка из-за плохой аэрации почвы, повышенной влажности почвы и воздуха, которые негативно сказались на физиологические процессы растения. Наименьшую удельную активность рнказ имели листья в период плодообразования, что свидетельствует о нормализации уровня влаги в почве и воздухе.

#### Библиографический список

1. Иваченко, Л.Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания: монография / Л.Е. Иваченко. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 192 с.
2. Лаврентьева, С.И., Якименко, М.В. Влияние агроэкологических условий выращивания на рибонуклеазную активность сои: монография / С. И. Лаврентьева, М. В. Якименко. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. – 128 с.

## АЛКИЛИРОВАНИЕ ТРИС(2,4,6-ТРИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ ЭТИЛЙОДАЦЕТАТОМ

Туранова В.А., студентка 4 курса бакалавриата;

Зубакина И.Н., аспирантка 3 курса, естественно-географический факультет

Научный руководитель: Егорова И.В., д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры химии  
ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»  
valturanova@bk.ru

**Аннотация.** Изучено взаимодействие трис(2,4,6-триметоксифенил)сурьмы с этилйодацетатом; продукт реакции охарактеризован методом ИК–спектроскопии.

**Ключевые слова:** алкилирование, трис(2,4,6-триметоксифенил)сурьма, этилйодацетат.

Долгое время не удавалось осуществить алкилирование ди- и триарилсурьмы. Впервые галоидные алкилы были присоединены к трис(2,6-диметоксифенил)сурьме в работе [1]. Сотрудниками лаборатории химии элементоорганических соединений БГПУ алкилированием трис(2,6-диметоксифенил)сурьмы этиловым эфиром иодуксусной кислоты и 1,4-дииодбутаном получены  $\{[2,6-(\text{MeO})_2\text{C}_6\text{H}_3]_3\text{SbCH}_2\text{C}(\text{O})\text{OEt}\}^+\text{I}^-$ ,  $\{[2,6-(\text{MeO})_2\text{C}_6\text{H}_3]_3\text{Sb}(\text{CH}_2)_4\text{I}\}^+\text{I}^-$ ,  $\{[2,6-(\text{MeO})_2\text{C}_6\text{H}_3]_3\text{Sb}(\text{CH}_2)_4\text{Sb}[\text{C}_6\text{H}_3(\text{MeO})_2-2,6]_3\}_2^+\text{I}_2^-$ . Комплексы охарактеризованы методами ИК–, ЯМР–спектроскопии, РСА [2].

В продолжение этих исследований нами изучена возможность алкилирования трис(2,4,6-триметоксифенил)сурьмы этилйодацетатом.

Реакцию трис(2,4,6-триметоксифенил)сурьмы с этилйодацетатом проводили в растворе хлороформ:ДМСО (1:1) при нагревании. Мольное соотношение реагентов 1:1. Иодид трис(2,4,6-триметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы – кристаллы желтого цвета – получен с выходом 94 %.

Иодид трис(2,4,6-триметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы малорастворим в ацетоне, диэтиловом эфире; хорошо – в ДМСО и этиловом спирте.

ИК–спектр соединения снят на Фурье–спектрометре ФСМ 1201 в интервале 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  в таблетках с КВг. В ИК–спектре комплекса присутствуют полосы поглощения с максимумами при  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1110  $\text{cm}^{-1}$  [ $\nu_s(\text{O}-\text{C}_{\text{Alk}})$ ]; 1027, 1233  $\text{cm}^{-1}$  [ $\nu_{\text{as}}(\text{C}_{\text{Me}}-\text{O}-\text{C}_{\text{Ar}})$ ]; 2831, 2941 [ $\nu_{\text{s,as}}(\text{C}-\text{H})$ ]; 1720  $\text{cm}^{-1}$  [ $\nu_{\text{as}}(\text{OCO})$ ]. [2, 3].

Таким образом, нами впервые установлена возможность алкилирования трис(2,4,6-триметоксифенил)сурьмы этилйодацетатом с образованием иодида трис(2,4,6-триметоксифенил)(этоксикарбонилметил)сурьмы.

### Библиографический список

1. Wada M., Miyake S., Hayashi S. // J. Organomet. Chem. 1996. V. 507. P. 53. doi. 10.1016/0022-328X(95)05716-3
2. Егорова И.В., Жидков В.В., Гринишак И.П. // Журн. неорг. химии. 2019. Т. 64. № 1. С. 15 [Egorova I.V., Zhidkov V.V., Grinishak I.P. // Russ. J. Inorg. Chem. 2019. V. 64. № 1. P. 28. doi 10.1134/S0044457X19010070].
3. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. М.: Мир, 2013. 438 с.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ СИНТЕЗ И ОЧИСТКА БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

**Хомюк В.А., студент 3 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет**

Научный руководитель: Родина Т.А., д-р хим. наук, доцент, профессор кафедры химии и химической технологии

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
vicktoriahomuyuk@yandex.ru

**Аннотация.** Проведён лабораторный синтез бензойной кислоты окислением бензилового спирта концентрированной азотной кислотой. Реакция окисления протекает по радикально-цепному механизму с образованием бензойного альдегида в качестве промежуточного продукта. Очистка полученного продукта осуществлялась многократным промыванием водой с последующей перекристаллизацией. Идентификация бензойной кислоты проводилась по температуре плавления.

**Ключевые слова:** бензойная кислота, бензиловый спирт, окисление, радикально-цепной механизм, температура плавления

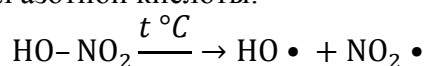
Бензойная кислота находит широкое применение в медицине, благодаря противомикробной и фунгицидной активности, в пищевой промышленности в качестве консерванта, а также как сырьё в химической промышленности. На основе бензойной кислоты получают её производные, которые используются в производстве красителей, пищевых добавок, лекарств, антисептиков, парфюмерных композиций.

Известны синтезы бензойной кислоты окислением толуола, либо алкилбензолов. В качестве окислителя могут быть использованы перманганат калия, кислород, дихроматы натрия и калия.

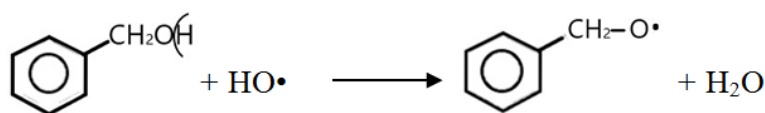
Одним из способов получения бензойной кислоты является окисление бензилового спирта концентрированной азотной кислотой:



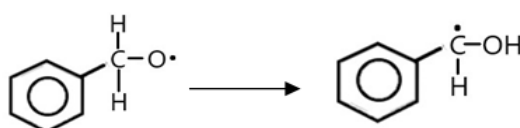
Эта реакция осуществляется по радикально-цепному механизму и протекает в несколько стадий. Зарождение цепи начинается с образования свободных радикалов путём термической диссоциации молекул азотной кислоты:



Далее свободный гидроксильный радикал взаимодействует с молекулой бензилового спирта. При этом разрываются С–Н и О–Н связи, но последняя рвётся легче из-за наличия активного водорода, который взаимодействует с радикалом HO•:

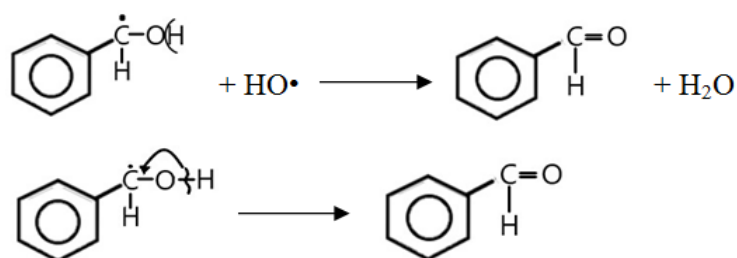


При радикально-цепном механизме наиболее чувствительной к атаке свободным радикалом оказывается связь С–Н того же углеродного атома, при котором находится гидроксильная группа. В результате происходит перескок катиона водорода к кислороду с образованием гидроксогруппы OH:

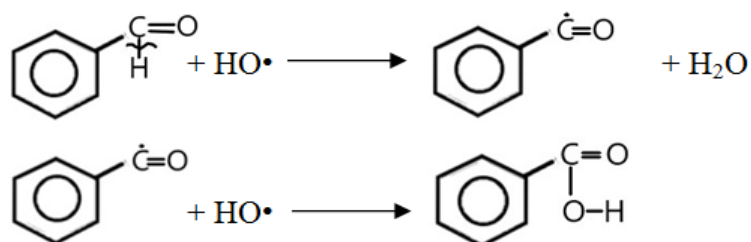


Промежуточными продуктами превращения спиртов в карбоновые кислоты являются

альдегиды, которые очень легко окисляются, поэтому процесс преобразования их в кислоту остановить невозможно. Получение бензальдегида проходит двумя путями с отщеплением водорода:



При окислении альдегида разрывается слабая С–Н связь, и бензоил-радикал, взаимодействуя с гидроксильным радикалом, образует бензойную кислоту:



Лабораторный синтез бензойной кислоты был проведен по стандартной методике [1]. Процесс вели в круглодонной колбе, снабженной обратным холодильником и капельной воронкой, при нагревании на кипящей водяной бане. К 5,407 г (0,05 моль) бензилового спирта при интенсивном перемешивании добавляли по каплям в течение 30 минут 15 мл (0,21 моль) концентрированной азотной кислоты. Синтез вели на протяжении двух часов.

В качестве примесей основного продукта могут выступать: непрореагировавшие азотная кислота и бензиловый спирт, промежуточный продукт – бензойный альдегид, остатки оксида азота(IV), который придаёт желтизну кристаллам. Очистка бензойной кислоты осуществлялась многократным промыванием кристаллов водой с последующей перекристаллизацией.

Практический выход полученной бензойной кислоты составил 4,125 г, что составляет 67,6 % от теоретически рассчитанного. Идентификация полученного продукта произведена путем определения температуры плавления в стеклянном капилляре (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение экспериментальных и теоретических данных

Соединение	Результаты измерений			Теоретические данные	
	Масса, г	Выход, %	$T_{\text{пл}}$ , °C	Масса, г	$T_{\text{пл}}$ , °C
Бензойная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	4,125	67,6	122,4	6,101	122,3 [2]

Таким образом, в представленной работе проведён синтез бензойной кислоты в лабораторных условиях. Достоинствами выбранного метода являются простота оборудования и исполнения, высокий выход продукта и степень его чистоты.

#### Библиографический список

1. Немтарев А.В. Практические работы по органическому синтезу. Общий практикум / А.В. Немтарев. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. – 79 с.
2. Гауптман З. Органическая химия / З. Гауптман. – М.: «Химия», 1979. – 811 с.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ МОТОРНОГО МАСЛА

**Шпак Е.Д., студентка 3 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет**

Научный руководитель: Митрофанова В.И., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры  
химии и химической технологии

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

elenashpak1999@mail.ru

**Аннотация.** Показана актуальность анализа автомобильного моторного масла разных производителей по физико-химическим характеристикам для установления качества исследуемого продукта.

**Ключевые слова:** моторное масло, анализ, физико-химические показатели качества.

Моторное масло (ММ) – важный элемент конструкции двигателя. Оно может длительно и надежно выполнять свои функции, обеспечивая заданный ресурс двигателя, только при точном соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым масло подвергается в смазочной системе двигателя и на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей.

Качественные характеристики масел, применяемых в системе смазки двигателя, должны наиболее полно обеспечивать выполнение основных ее функций:

Снижение трения между подвижными соединениями деталей двигателя.

Предохранение от перегрева термонапряженных двигателей, к которым сложно подвести жидкость системы охлаждения; защита деталей двигателя от коррозии;

Смывание с поверхностей деталей продуктов абразивного износа, грязи, механических частиц, выводит нагар, сажу и продукты сгорания топлива за пределы двигательной системы, способствует увеличению ресурса силового агрегата.

Кроме того, моторное масло должно длительное время сохранять свои полезные свойства в широком интервале рабочих температур, сохранять неизменную вязкость при любой температуре окружающей среды [1].

С одной стороны ММ представлены в большом разнообразии марок и производителей, тогда как с другой стороны это приводит к появлению ММ низкого качества, а порой к чистой фальсификации известных брендов. Таким образом, мониторинг качества ММ всегда актуален и в свою очередь полученные данные – это подспорье в более тщательном контроле для выявления фальсифицированных и некачественных продуктов.

Ранее [2] было проведено подобное исследование ряда марок ММ в том числе Castrol 10W-40, которое выявило ряд недостатков в качественных характеристиках. Продолжив исследование физико-химических характеристик ММ остановились на марке Castrol, так это масло занимает одну из ведущих позиций по качественным продуктам в виде ММ. Масло Castrol благодаря уникальной способности молекулярной технологии Magnates, обеспечивает «прилипание» молекул масляной плёнки к деталям ДВС, оберегая их от износа [3].

Для исследования по методикам нормативных документов [4] были отобраны три образца ММ марки Castrol (компания-производитель British Petroleum, Великобритания): 1 образец – 10W40, 2 образец – 20W40 и 3 образец – 30W40. Определены следующие физико-химические показатели: плотность, кинематическая вязкость, температура вспышки в Открытом тигле, температура застывания и содержание механических примесей. Полученные результаты представлены в таблице 1 и 2 .

Таблица 1 - Значения кинематической вязкости и плотности образцов моторного масла

образца	$\rho$ , г/см <sup>3</sup> при 20 °С		$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с	
	Среднее значение	Значение по ГОСТ 10541-78	Среднее значение	Значение по ГОСТ 10541-78
			при 100 °С	при 100 °С
	2	3	5	7
	0,884	не более 0,890	10,0	9,5 – 10,5
	0,888		12,3	не менее 12
	0,879		8,5	

Таблица 2 - Значения температуры вспышки, температуры застывания и содержание механических примесей

№ образца	Значение исследуемых параметров	Нормируемый показатель по ГОСТ 10541-78
	Значение температуры вспышки, t °С	
1	223	Не ниже 190
2	222	
3	210	
	Значение температуры застывания, t °С	Не более - 36
1	- 20	
2	- 15	
3	- 16	
	Содержание механических примесей, %	Не более 0,02
1	0,022	
2	0,023	
3	0,017	

Таким образом, по полученным физико-химическим характеристикам трех образцов ММ марки Castrol можно сделать следующие выводы:

В целом все образцы прошли испытания и по всем физико-химическим характеристикам соответствуют требованиям нормативных документов.

ММ Castrol по содержанию полученные результаты свидетельствуют о повышении контроля по этому показателю со стороны производителей.

При сравнении ранее полученных показателей [2] по кинематической вязкости и имеющих на данный момент, так же один образец (3) имеет несколько низкое значение, что реально может сказываться на эксплуатационных свойствах данного ММ.

### Библиографический список

1. Основные функции моторного масла. – Режим доступа: <http://krutimotor.ru/funksii-i-naznachenie-motornogo-masla-v-dvigatele/#i> . – 16.02.2020.
2. Шпак Е.Д., Митрофанова В.И.: Физико-химические показатели качества моторного масла. // Благовещенск, Вестник АмГУ, выпуск 85. - 2019. - С. 103-106.
3. Обзор масла Castrol Magnatec Diesel 10W-40 B4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maslo.expert/marki-masel/castrol/obzor-motornogo-masla-castrol-magnatec-diesel-10w40-b4.html>. – 04.03.20.

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

## СИСТЕМА МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ

**Афанасов Л.С., студент 2 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Масловская А.Г., д-р физ.-мат. наук, доцент,

профессор кафедры математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

l.a.1996@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена разработке комплекса программ, предназначенного для проведения мультифрактального анализа сложных временных сигналов и растровых изображений объектов с самоподобной структурой. Разработано программное приложение в ППП Matlab, реализующее метод максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования. Функционал программных модулей позволяет визуализировать мультифрактальные характеристики анализируемых объектов.

**Ключевые слова:** временной ряд, растровое изображение, мультифрактальные характеристики, метод максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования, пользовательский интерфейс, программный комплекс

В настоящее время теория вейвлет-преобразований широко используется для анализа частотно-временных характеристик сигналов при решении прикладных задач в самых различных предметных областях: физике, технике, экономике, геологии, биологии и медицине. Методы вейвлет-анализа доказали свою состоятельность не только для исследования временных рядов, но и для распознавания образов, синтеза изображений, дешифровки и шифровки информации и др. Концепции вейвлет-преобразований оказались востребованы и при проведении мультифрактального анализа растровых изображений. Особую известность на практике приобрели методы максимумов модулей вейвлет-преобразования (ММВП) и вейвлетов-лидеров. В частности, метод ММВП, предложенный Арнеодо, Бакри и Мьюзи [1], может быть применен для исследования мультифрактальных свойств динамических данных и растровых изображений. Цель настоящей работы заключалась в разработке системы мультифрактального анализа растровых изображений и сложных временных сигналов на основе программной реализации метода максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования (ММВП).

Программное приложение разработано в ППП Matlab и включает «головной» модуль (общая точка входа) и два отдельных модуля для обработки временных рядов и растровых изображений соответственно. Общая схема структуры приложения представлена на рисунке 1.

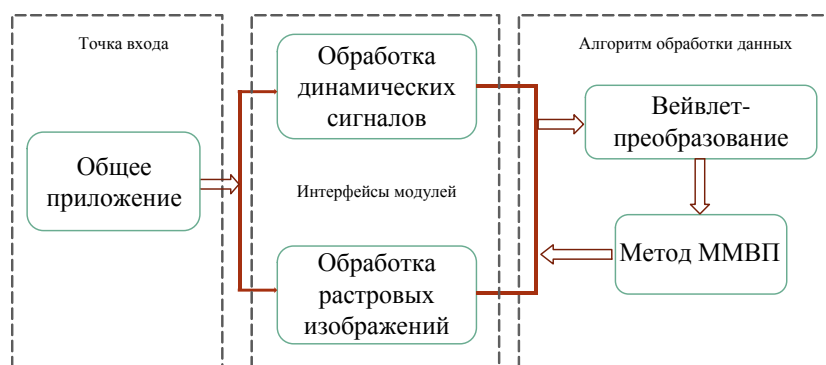


Рисунок 1 – Общая схема концепции системы

Алгоритм обработки данных исследуемых объектов основан на одном подходе: первоначально осуществляется вейвлет-преобразование анализируемого сигнала или выбранного

профиля растрового изображения и, далее, методом ММВП рассчитываются скейлинговые характеристики. Данные мультифрактального анализа выводятся в отдельные графические окна. Для исследования временных сигналов дополнительно предусмотрена возможность визуализации результатов Фурье-анализа. Одна из форм пользовательского интерфейса приложения продемонстрирована на примере анализа монохромного изображения, как показано на рисунке 2. В данном модуле выделяются три основные рабочие области: (1) – «выгрузка» исходного изображения и его визуализация, (2) – вывод профиля строки монохромного изображения, выбранной для анализа, (3) – выбор вейвлета и вычисление мультифрактальных характеристик на основе метода ММВП.

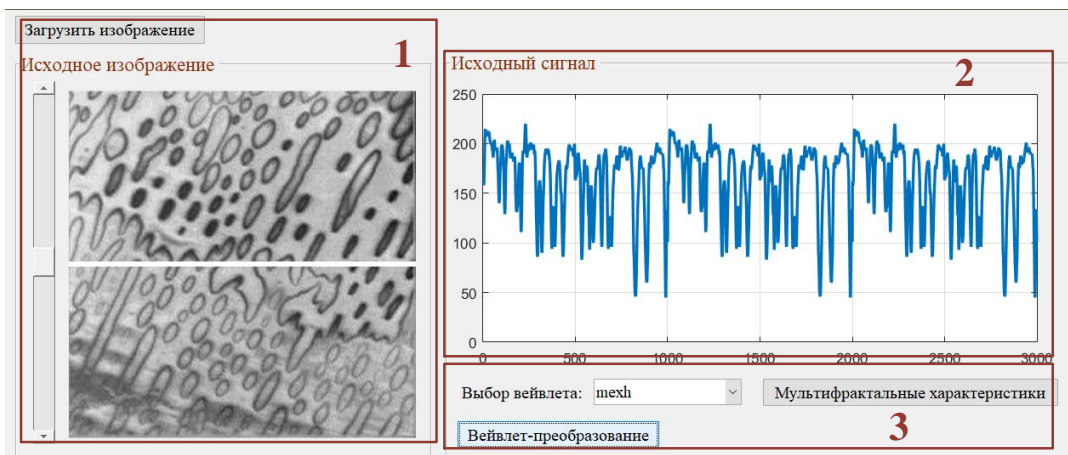


Рисунок 2 – Одна из форм интерфейса приложения для анализа изображений

В результате работы приложения выполняется построение поверхности коэффициентов вейвлет-преобразования и скелетон линий локальных экстремумов, а также осуществляется вывод графиков спектральных характеристик анализируемых данных.

Таким образом, разработанная прикладная программа предоставляет возможности проведения мультифрактального анализа сложных временных сигналов и растровых изображений с самоподобной структурой. Программа предназначена для численной оценки скейлинговых характеристик цифровых изображений самоподобных физических структур и динамических данных. Вычислительные алгоритмы анализа мультифрактальных свойств объектов построены на основе метода максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования. Программа может быть использована исследователями для спецификации динамических данных [2-3] и изображений объектов [4], находящихся в неравновесных условиях обработки и эксплуатации.

### Библиографический список

1. Muzy J.F., Barcy E., Arneodo A. Wavelets and multifractal formalism for singular signals: Application to turbulence data – Phys. Rev. Lett., 1991 – 3515 p.
2. Maslovskaya A.G., Varabash T.K. Multifractal analysis of electron beam stimulated process of polarization reversal in ferroelectrics // Physics Procedia, 2012. – No. 23. – P. 81-85.
3. Афанасов Л.С., Масловская А.Г. Применение методов частотно-временного и мультифрактального анализа для исследования динамических характеристик солнечной активности // Вестник АмГУ. Серия «Естественныеиэкономическиенауки». – Благовещенск: АмГУ, 2019. – Вып. 87. – С. 30-34.
4. Maslovskaya A.G., Varabash T.K. Fractal parameterization analysis of ferroelectric domain structure evolution induced by electron beam irradiation // Proc. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2017. – V. 168. – P. 012028 (6).

## ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСБНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

**Бережной М.А., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Максимова Н.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент,

зав. кафедрой математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

bereznoy1997max@yandex.ru

**Аннотация.** В работе проводится характеристика деревьев решений как метода анализа данных. Описывается процесс построения модели и её достоинства.

**Ключевые слова:** деревья решений, метод анализа данных

Деревья решений – один из важнейших и наиболее интерпретируемых методов автоматического анализа данных.

Деревья решений представляют собой эффективный инструмент анализа данных и предсказательной аналитики, которые позволяют решать задачи классификации и регрессии.

В большинстве случаев, деревья решений применяются для поддержки процесса принятия решений, анализе данных и машинном обучении [1].

Дерево решений состоит из элементов двух типов – узлов и листьев. В узлах находятся решающие правила и производится проверка соответствия примеров этому правилу по какому-либо атрибуту обучающего множества.

В простейшем случае, в результате проверки, множество примеров, попавших в узел, разбивается на два подмножества, в одно из которых попадают примеры, удовлетворяющие правилу, а в другое – примеры, которые не удовлетворяют данному правилу.

Процесс построения деревьев решений заключается в последовательном разбиении обучающего множества на подмножества с применением решающих правил в узлах. Процесс разбиения продолжается до тех пор, пока все узлы в конце всех ветвей не будут объявлены листьями. Объявление узла листом может произойти естественным образом (когда он будет содержать единственный объект, или объекты только одного класса), или по достижении некоторого условия останова, задаваемого пользователем (например, минимально допустимое число примеров в узле или максимальная глубина дерева) [2].

Теоретически, алгоритм обучения дерева решений будет работать до тех пор, пока в результате не будут получены абсолютно «чистые» подмножества, в каждом из которых будут примеры одного класса. Однако, возможно при этом будет построено дерево, в котором для каждого примера будет создан отдельный лист. Такое дерево окажется бесполезным, поскольку оно будет переобученным – каждому примеру будет соответствовать свой уникальный путь в дереве, а следовательно, и набор правил, актуальный только для данного примера.

Переобучение дерева решений ведёт к отрицательным последствиям, таким как точное распознавание примеров, участвующих в обучении и абсолютная невозможность оценки новых данных. Так же, переобученные деревья имеют сложную структуру, которую очень сложно интерпретировать [3].

Деревья решений являются важным инструментом анализа непрерывных и дискретных данных. Использование данного метода необходимо при работе каждого специалиста, занимающегося обработкой больших объёмов данных.

Особенно эффективно деревья решений возможно применять в банковской сфере. Для оценки кредитоспособности заёмщика можно построить дерево решений, которое при загрузке в него анкеты клиента будет определять выдавать или нет ему кредит. При обучении дерева рекомендуется использовать следующие факторы, определяющие заёмщика: «Номер

паспорта»; «ФИО»; «Адрес»; «Размер кредита»; «Срок кредита»; «Цель кредита»; «Среднемесячный доход»; «Среднемесячный расход»; «Основное направление расходов»; «Наличие недвижимости»; «Наличие автотранспорта»; «Наличие банковского счета»; «Наличие страховки»; «Название организации»; «Отраслевая принадлежность предприятия»; «Срок работы на данном предприятии»; «Направление деятельности заемщика»; «Срок работы на данном направлении»; «Пол»; «Семейное положение»; «Количество лет»; «Количество иждивенцев»; «Срок проживания в данной местности»; «Обеспеченность займа»; «Давать кредит». При этом факторы: «Номер паспорта», «ФИО», «Адрес», «Название организации» необходимо отметить до начала построения дерева решений как непригодные по причине практической уникальности каждого из значений. Фактор «Давать кредит» является целевой переменной.

Простейший пример построения дерева решений приведен на рисунке 1.

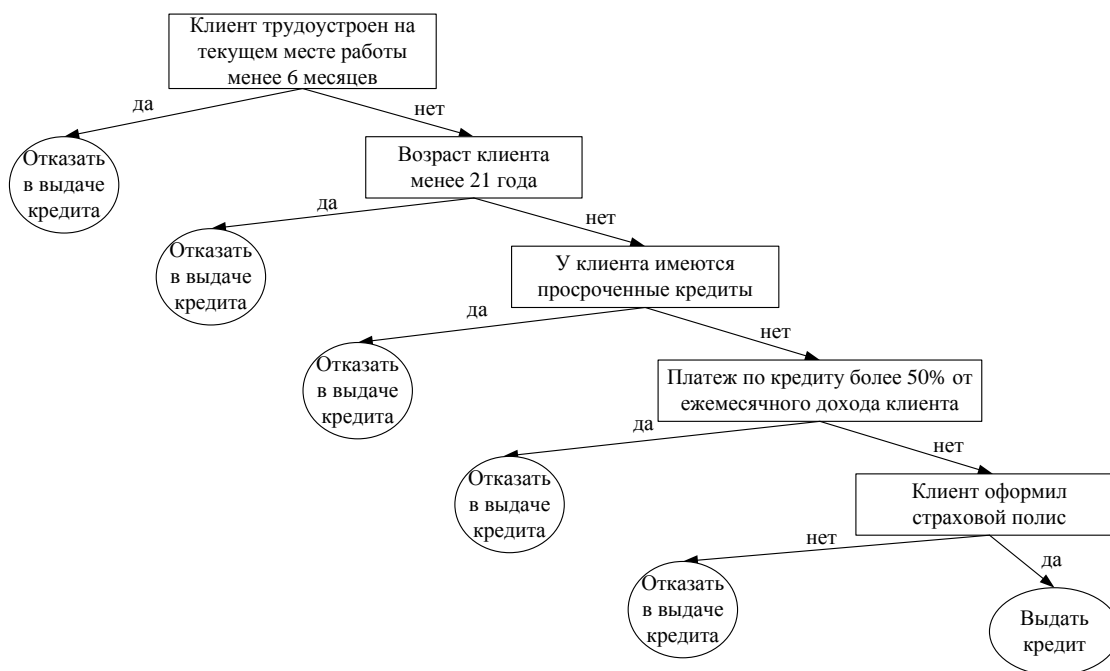


Рисунок 1 – Пример построения дерева решений

Построение дерева решения будет осуществлено на аналитической платформе DEDUCTOR ACADEMIC. Для обучения дерева потребуются данные (обезличенные) о клиентах некоторой финансовой организации (не менее 500).

### Библиографический список

1. Груздев А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics и R: Метод деревьев решений: руководство / А.В. Груздев. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 278 с.
2. Асанов М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: учебное пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 364 с.
3. Мифтахова А.А. Метод отсечения ветвей дерева решений / А.А. Мифтахова // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 4. – С. 95-98.

## АЛГОРИТМ КУСОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ VBA EXCEL

Герман А.С., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики

Научный руководитель: Веселова Е.М., канд. физ.-мат. наук, доцент,

доцент кафедры математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

as-german97@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается алгоритм кусочной обработки табличных данных больших объемов. Предлагается ведение файла-истории осуществленных операций для контроля процесса обработки исходных данных. Такой подход позволяет повысить надежность обработки больших объемов данных, распределить нагрузку на машинные ресурсы и исключить потерю обработанных результатов, в случае аварийной остановки.

**Ключевые слова:** таблицы, формирования отчетов, макрос, Excel, VBA.

Табличный процессор Microsoft Excel является наиболее популярным инструментом для обработки структурированных табличных данных на сегодняшний день, а интегрированная среда программирования VBA (Visual Basic for Applications) открывает практически неограниченные возможности обработки данных [1, 2].

Однако, иногда возникает необходимость обработки данных больших объемов с последующим формированием производных таблиц и отчетов, что может занимать довольно много машинного времени, а также предъявлять большие требования к машинным ресурсам [2, 3]. При большом времени выполнения операций, возникновении аварийной остановки процесса становится крайне нежелательным, так как обработанная часть данных в памяти будет потеряна, а сохраненная часть данных будет незавершенной [3].

Для решения проблем такого рода предлагается разделение обрабатываемых данных на блоки небольшой величины, а также создание сопровождающего файла с историей всех завершённых операций (далее метафайла).

Блок-схема предлагаемого алгоритма кусочной обработки табличных данных приведена на рисунке 1.

Сразу после запуска макроса происходит поиск существующих метафайлов в рабочей папке, их наличие будет свидетельствовать о незаконченной ранее операции. В случае их обнаружения макрос известит пользователя о незаконченном ранее процессе формирования производных файлов таблиц или отчета, и запросит у пользователя разрешение на продолжение с последней незаконченной операции. В случае отсутствия метафайлов или отказа пользователя на завершении старых операций, необходимо задать новые параметры для формирования отчета.

Перед началом обработки данных создается метафайл, в который заносятся основные настройки и данные полностью и однозначно определяющие дальнейшие операции над файлом.

Данные из исходного файла с таблицей считываются в память блоками (кусочками) в установленном заранее объеме, что позволяет снизить требования к объему оперативной памяти рабочей машины. Данные обрабатываются в памяти и сохраняются в необходимом виде, после чего в метафайл заносится запись о завершённой операции. Когда все необходимые данные будут обработаны и сохранены, метафайл удаляется.

В случае аварийной или намеренной остановки программы, в метафайле будут храниться необходимые сведения о проводимых операциях и значение последнего обработанного блока, что позволит при повторном запуске макроса возобновить процесс формирования отчета.

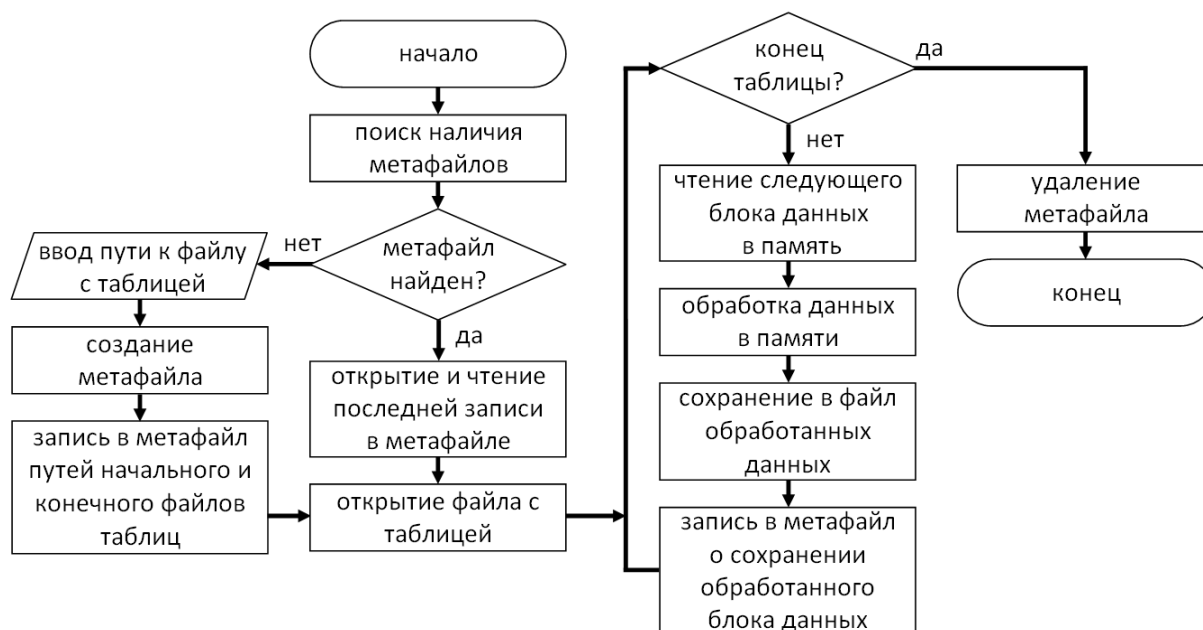


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма кусочной обработки данных с использованием метафайла для хранения истории операций

Таким образом, приведенный алгоритм не способствует увеличению скорости обработки больших объемов данных, но позволяет распределить нагрузку на машинные ресурсы и обеспечить возможность прерывания процесса обработки данных с последующим его возобновлением. Такой подход позволяет избежать формирования ошибочных (незаконченных) отчетов.

### Библиографический список

1. Лебедев В.М. Программирование на VBA в MSEXCEL / В.М. Лебедев - М.: Юрайт, 2019. - 272 с.
2. Макапов А.А. Основные возможности VBA и MSEXCEL: преимущества и недостатки / А.А. Макапов // Информация и образование: границы коммуникаций. – 2019. – № 11 (19) – С. 124-125.
3. Зинюк О.В. Методика расчета ошибки и однородности выборки средствами MSeXcel и VBA / О.В. Зинюк // Статистика и экономика. – 2011. – № 4. – С. 77-81.

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СИСТЕМЫ «SCHOME» ДЛЯ АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ «SCH-ATMOS»

Демьяненко А.Е., студент 2 курса магистратуры,  
факультет математики и информатики

Научный руководитель: Самохвалова С.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры информационных и управляющих системы

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
picjavard@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассказывается про разработку модуля системы «SCHome» - «SCH-Atmos», для сбора параметров окружающего воздуха (температура, влажность, загрязненность воздуха) и их передача другим модулям системы.

**Ключевые слова:** «умный дом», микроконтроллер, газоанализатор, температурный датчик, Wi-Fi, UART.

Разрабатываемая система «SCHome» является комплексом аппаратных и программных средств на основе технологий «умного дома» и «интернета вещей» (Internet of Things). Основная концепция системы заключается в объединении техники/оборудования и датчиков в единую информационную систему, представленную на рисунке 1. Данная система является модульной, и состоит из нескольких частей: SCH-SolarPanel – модуль управления солнечными панелями; SCH-Windmill – модуль отслеживания вырабатываемой электроэнергии вертикальными ветряными электрогенераторами; SCH-Atmos – модуль, измеряющий состав воздуха, температуру и влажность; SCH-Camera – модуль поворотной камеры; SCH-Broadcast – модули обеспечения голосовой радиосвязи на территории помещения между рабочими местами; SCH-FaceId – модуль-подсистема распознавания лиц на пропускном пункте. По санитарно-эпидемиологическим требованиям жилое помещение должно обеспечиваться естественной вентиляцией, обладать температурой воздуха в пределах 17-23 градусов, и относительной влажностью 60 %. Но очень многие помещения отступают от этих норм в пределах 10-20 %. Так же, при проведении ремонтных работ (покраска стен, сверление отверстий и т.д.), занятий (3д-печать, пайка, стирка, готовка еды и т.д.), происходит изменение этих параметров до критических значений. Для мониторинга данных параметров и своевременного реагирования (проветривание, покидание помещения, отключение обогревательных приборов и т.д.), а также автоматизации этих процессов необходимо разработать модуль SCH-Atmos.

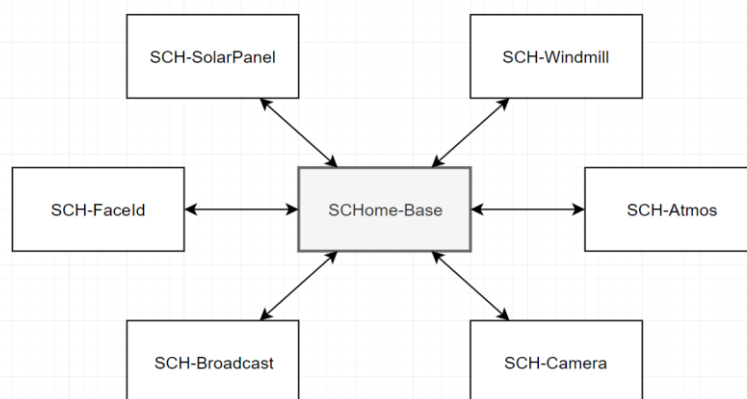


Рисунок 1 – Общая схема системы «SCHome»

Для сбора данных о составе, температуре и влажности воздуха было решено использовать датчик температуры и влажности DHT22 и линейку цифровых датчиков-газоанализаторов MQ. Информация об использованных датчиках представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика датчиков

Датчик	Газ	Подложка
MQ-2	LPG	SnO <sub>2</sub>
MQ-3	Alcohol	SnO <sub>2</sub>
MQ-4	CH <sub>4</sub>	SnO <sub>2</sub>
MQ-5	LPG, natural gas	SnO <sub>2</sub>
MQ-6	LPG, propane	SnO <sub>2</sub>
MQ-7	CO	SnO <sub>2</sub>
MQ-9	CH <sub>4</sub> , LPG	SnO <sub>2</sub>
MQ-131	O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>
MQ-135	Air Quality	SnO <sub>2</sub>

После ознакомления спецификации датчиков было выдвинуто предположение, что показания данных датчиков схожи, и что для измерения превышения норм достаточно одного датчика MQ.

Для проверки данного предположения была разработана схема прототипа модуля.

Данный прототип состоит из нескольких электронных компонентов:

- микроконтроллер WemosD1 mini – соединение данного модуля с системой SСHome через WiFi и передача собранных данных в приложение на смартфоне;

- микроконтроллер Strongpromicro – сбор данных с аналоговых датчиков MQ и передача через UART микроконтроллеру Wemos;

- датчики-газоанализаторы MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-5, MQ-6, MQ-7, MQ-9, MQ-131, MQ-135 (для анализа концентрации угарного, углекислого, природного газов, метана, пропана паров алкоголя, качества воздуха; размещены рядом на плате, работают одновременно для сравнения);

- датчик DHT22 – измерение температуры и влажности воздуха;

- аккумулятор 18650, модуль зарядки, повышающий преобразователь, переключатель – автономное питание прототипа.

После предварительного прогревания датчиков (работа прототипа без сбора данных в течение суток) предполагается проведение ряда испытаний на реагирования датчиков на различные газы и загрязнения (горящая спичка, зажигалка, дыхание человека, спирт, измерения в различных частях комнаты и при различных положениях прототипа, испытания вне помещения).

### Библиографический список

1. Демьяненко А.Е. Прототипирование мобильной платформы с компьютерным зрением для системы «SСHome» // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: материалы XX региональной научно-практической конференции (23 мая 2019 года) – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2019. –Т. 3. - С. 201-203.

2. Самохвалова С.Г., Демьяненко А.Е. Автоматизированная система оповещения для общеобразовательных учреждений на основе системы «SСHome» // Вестник Амурского государственного университета. – Благовещенск, Изд-во АмГУ, 2019. - № 87. – С. 46-49.

## ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ИЗ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ УЧЕТА КОЛИЧЕСТВА УЧАЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Ковшик А.А., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Самохвалова С.Г., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

agito72305@gmail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрена проблема обработки больших данных в целом, в том числе и в сфере электронного образования.

**Ключевые слова:** данные, методы, обучение, преобразование, кластеризация

Актуальность обработки больших данных возрастает пропорционально темпу роста объема информации. Определение больших данных можно сформулировать следующим образом - набор информации, по объему превосходящей жесткий диск одного персонального устройства и не поддающейся обработке классическими инструментами, применяемыми для меньших объемов. Структурирование и обработка таких данных - перспективное направление во множестве сфер деятельности в том числе и в сфере электронного обучения [1].

Определив, что же считается большими данными, необходимо понять ценность этого механизма в целом, а также для определенных сфер деятельности. Компания IDC Digital Universe провела исследования, согласно которым в 2020 году в мире создано 40 зеттабайт информации, а уже в 2025 году это количество возрастет в 4 раза (рисунок 1).

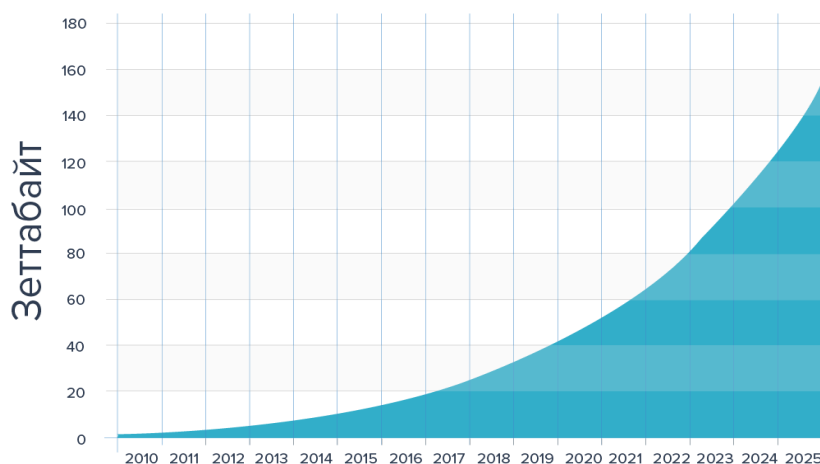


Рисунок 1 – «Объем информации по данным IDC Digital Universe»

Наибольшее количество информации в глобальной сети, храниться в виде текстовой информации. Обработка текстовой информации наиболее сложна поскольку помимо знаний технической и машинной составляющих, она требует знаний лингвистики. Соответственно обработка этих данных проблематична и готовые решения для одной предметной области плохо показывают себя в других областях. Чтобы наглядно показать преимущества от внедрения больших данных британской компанией Economist Intelligence Unit было проведено исследование, результаты которых показаны на рисунке 2. По результатам этого исследования, внедрение больших данных имеет исключительно положительный характер.

### Результаты внедрения Big Data



Источник: Economist Intelligence Unit

Рисунок 2 – «Результаты внедрения больших данных»

Рассмотрим, что такое классификация и кластеризация, определим их различия и выберем какой из этих методов следует использовать в этой работе.

Кластеризация – это автоматическое разбиение элементов некоторого множества на группы в зависимости от их сложности, а классификация - системное распределение изучаемых предметов, явлений, процессов по каким-либо существенным признакам для удобства их исследования.

Кластеризация разбивает множество объектов на группы, определяемые её результатом, а классификация относит объекты к заранее определенным группам. Поэтому, для выполнения поставленной задачи следует использовать кластеризацию, потому что нет четкого представления о составе и группах данных, а ручной отбор достаточно сложен и трудоемок [3].

В работе осуществляться учет количества обучающихся, при помощи метода кластеризации, это поможет определить наиболее распространенные направления обучения для студентов, тем самым позволяя спрогнозировать популярность этих направлений в будущем, это полезно для сферы не только электронного обучения, но и традиционного. Программный продукт позволит не только выполнять кластеризацию, но и графически изобразить полученную информацию, для наилучшего её представления для пользователей

### Библиографический список

1. Благирев А. Big data простым языком / А. Благирев - «Издательство АСТ», 2019. - (Бизнес-бук)
2. Вайгенд А. BIG DATA. Вся технология в одной книге / А. Вайгенд - «Эксмо», 2017. - (Top Business Awards)
3. Введение в кластеризацию. - [https://math.spbu.ru/user/gran/courses/LECTURE\\_2\\_1.pdf](https://math.spbu.ru/user/gran/courses/LECTURE_2_1.pdf)
4. Изофатов К.А. Кластерный и интеллектуальный анализ текстовой информации. Основные понятия и проблемы. - <http://econf.rae.ru/pdf/2011/03/120.pdf>
5. Чехарин Е.Е. Большие данные – Большие проблемы. - <https://cyberleninka.ru/article/n/bolshie-dannye-bolshie-problemy/viewer>

## Wi-Fi 6 – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

**Литовский М.В., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Самохвалова С.Г., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры  
информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

matveilitovskii@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены ключевые особенности Wi-Fi 6 сетей относительно предыдущих поколений и области их применения.

**Ключевые слова:** wi-fi, стандарт, сеть, беспроводной

На сегодняшний день технология Wi-Fi выступает на лидирующих позициях по передаче информации по радиоканалам на рынке и распространилась практически повсеместно. Благодаря стремительному развитию за 20 лет существования Wi-Fi обрела колоссальную популярность как средство надежного, быстрого и простого распространения информации. Wi-Fi предоставляет обширные возможности в разных сферах жизни человека и продолжает совершенствоваться.

Беспроводные сети в некоторых случаях являются предпочтительными по сравнению с проводными, а иногда просто единственно возможным вариантом. В таких сетях сигнал распространяется с помощью электромагнитных волн высокой частоты [1].

Каждое поколение Wi-Fi базируется на собственном стандарте, определяющем характеристики будущей беспроводной сети. Стандарты несут в себе набор технологий, применяемых для повышения надежности сигнала, увеличения скорости передачи, расширения пропускной способности и т.д.

В таблице 1 представлены основные характеристики стандартов группы IEEE 802.11. Каждый стандарт имеет как свои достоинства, так и недостатки.

Таблица 1 - Характеристики стандартов группы IEEE 802.11

Стандарт	802.11n	802.11ac (Wi-Fi 5)	802.11ax (Wi-Fi 6)
Год утверждения	2009	2014	2019
Рабочая частота	2,4/5 ГГц	5 ГГц	2,4/5 ГГц
Частотные каналы	20/40 МГц	20/40/80/160 МГц	20/40/80/160 МГц
Метод передачи	MIMO	MU-MIMO	MU-MIMO
Пиковая скорость, Мбит/с	600	6770	9608
Совместимость	802.11 a/b/g	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n/ac
Макс. Количество SU потоков	4	8	8
Макс. Количество MU потоков	Отсутствует	4	8
Кодирование и Метод модуляции	64-QAM OFDM	256-QAM OFDM	1024-QAM OFDM, OFDMA

Стандарт 802.11ax, он же Wi-Fi 6, считается самым передовым, подающим значительные надежды на развитие технологии Wi-Fi в целом и переход к новому поколению беспроводных сетей. К его достоинствам относятся: высокая скорость передачи данных (до 9600 Мбит/с), работа в диапазонах 2,4 и 5 ГГц, эффективное энергопотребление, значительно возросшая пропускная способность, надежное и качественное покрытие зоны действия, обратная совместимость с предыдущими поколениями.

К недостаткам можно отнести пока еще не настолько широкую распространенность и, как следствие, довольно высокие цены на необходимое оборудование. Одной из ключевых особенностей 802.11ax станет использование усовершенствованной технологии MU-MIMO при передаче в восходящем и нисходящем каналах (от точки доступа сразу нескольким устройствам-клиентам и наоборот) с задействованием до 8 передающих и принимающих антенн, что увеличит пропускную способность в 4 раза [6] (рис. 1). Благодаря хорошей синхронизации между клиентскими устройствами происходит единовременная передача до точки доступа, что обеспечивает передачу данных одновременно между множеством устройств без падения показателей скорости и негативного влияния на качество подключения [5]. Усовершенствованная MU-MIMO позволит в скором времени подключать множество устройств к сети с постоянным обменом информацией, открывая возможности для реализации Интернета вещей (IoT).



Рисунок 1 – Сравнение стандартного режима MIMO и MU-MIMO в 802.11ax

Усовершенствования стандарта 802.11ax особенно важны для плотных и высоконагруженных сред, где в сети имеется большое число клиентов. Некоторые сценарии в наибольшей степени остаются в выигрыше благодаря этим усовершенствованиям. Например, университеты и их кампусы, транспортные узлы (станции метро, вокзалы), конференц-залы и стадионы, а также множество других общественных мест.

### Библиографический список

1. Лиэри, Джонатан. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 : моногр. : пер. с англ. / Д. Лиэри, П. Рошан – М. : Вильямс, 2004. – 302 с.
2. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : моногр. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб : Питер, 2019. – 992 с.
3. Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа / Ю.А. Распаев, В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко. – М. : Эко-Трендз, 2005. – 384 с.
4. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи : моногр. / И.В. Шахнович. – М. : Техносфера, 2006. – 288 с.
5. 4PDA: офиц. сайт. 14.07.2010. URL: <https://4pda.ru/2016/09/09/322380/> (дата обращения: 10.03.2020).
6. EnGenius: офиц. сайт. 25.07.2005. URL: <https://www.engeniusnetworks.eu/80211ax/overview/> (дата обращения: 10.03.2020).

## АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**Ложкова А.А., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Самохвалова С.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры

информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

lozhkova@blagraion.ru

**Аннотация.** Грамотно выполненный аудит информационной безопасности помогает оперативно оценить общее состояние системы обеспечения информационной безопасности в организации, выявить проблемные места, оценить уровень соответствия требованиям регуляторов, а также выработать стратегию комплексной защиты организации от разного рода угроз.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, контроль полномочий доступа, информационные ресурсы, аудит информационной безопасности.

Аудит информационной безопасности - это оценка состояния ИБ на соответствие с определенными критериями, показателями безопасности в целом и на соответствие нормативным актам контролирующих органов государственной власти, в частности. Он происходит в четыре этапа: сначала информация собирается, затем эти данные анализируются, на основе анализа вырабатываются рекомендации и составляется аудиторский отчет. Помимо исследования уровня безопасности, грамотно проведенный аудит также оценивает риски и прогнозирует развитие менеджмента процессов ИБ в компании, а предоставленный отчет и рекомендации могут являть собой стратегические планы по развитию и решать множество проблем на фундаментальном уровне.

Информационная безопасность - состояние сохранности информационных ресурсов и защищенности законных прав личности и общества в информационной сфере [1].

Аудит информационной безопасности - системный процесс получения объективных качественных и количественных оценок о текущем состоянии информационной безопасности компании в соответствии с определенными критериями и показателями безопасности [1].

Связав оба термина, на выходе можно получить обобщенное определение аудита информационной безопасности, рассматриваемое как процесс сбора и анализа информации об информационной системе для качественной и количественной оценки уровня ее защищенности от атак злоумышленников.

Основные направления аудита информационной безопасности:

1. Аттестация объектов информатизации по требованиям стандартов и другой нормативной документации в области информационной безопасности;
2. Контроль защищенности информации ограниченного доступа;
3. Специальные исследования технических средств на наличие побочных электромагнитных излучений и наводок;
4. Проектирование и разработка систем, документации по обеспечению информационной безопасности компании.

Аудит ИБ бывает внутренним и внешним. Внешний аудит, проводится независимыми экспертами или компаниями, специализирующимися в области информационной безопасности. В нашей стране желательно проводить комплексный аудит ИБ в предприятии, пользуясь услугами лицензиатов ФСТЭК (иногда ФСБ). По ряду положений внутренний аудит должен быть постоянным и непрерывным — будь то протокол о реагировании на события и инциденты, установка и настройка нового ПО, или изменение документации по менеджменту процессов ИБ. Программно, для аудита внутренней информационной безопасности, можно ис-

пользовать средство контроля доступа к объектам станций, которое позволит определять слабые места системы защиты информации и осуществлять удаленный контроль полномочий доступа к информационным ресурсам, а также сравнивать структуры ресурсов АРМ, описанной в правилах разграничения доступа, с реальной структурой ресурсов, создавать отчет по результатам сравнения и проверять реальные права доступа пользователей к объектам доступа.

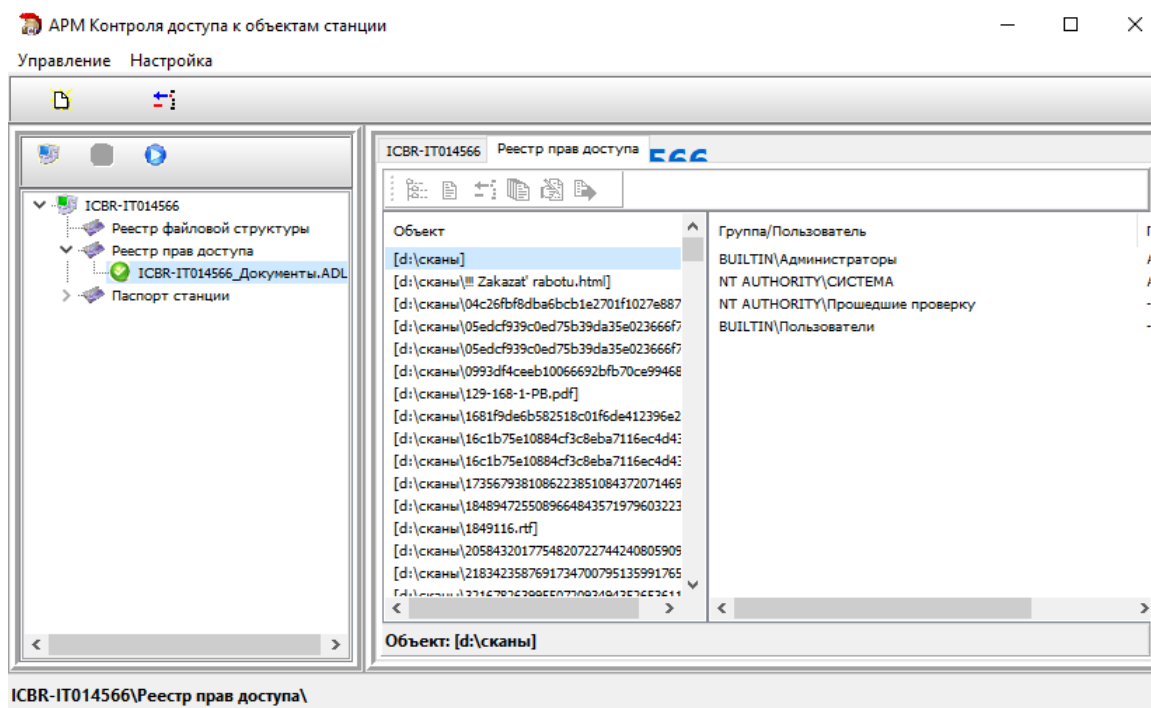


Рисунок 1– Средство контроля доступа к объектам станций

Подводя итоги, можно сказать, что реализация организационно-технических мер защиты информации при подготовке объекта к эксплуатации является сложной задачей, требующей тщательного анализа информационной системы, разработки организационно-распорядительной документации и использования различных программ для осуществления аудита и защиты информации.

### Библиографический список

1. Аверченков В.И. Аудит информационной безопасности органов исполнительной власти: учебное пособие / В.И. Аверченков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012 г. – 100 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6992.html>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Блинов А.М., Информационная безопасность : учеб. пособие. Часть 1 / А.М. Блинов. СПбГУЭФ, 2010 г. – 96 с.
3. Гатчин Ю.А. Теория информационной безопасности и методология защиты информации : учеб. пособие / Ю.А. Гатчин, В.В. Сухостат. СПбГУ ИТМО, 2010 г. – 98 с.
4. Крат Ю.Г. Основы информационной безопасности : учеб. пособие / Ю.Г. Крат, И.Г. Шрамкова. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008 г. –112 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КАТАЛОГОВ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛНОТЕКСТОВОГО ПОИСКА

**Манвелян А.Ю.**, студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики

Научный руководитель: Галаган Т.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры

информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

artemmanvelyan1@gmail.com

**Аннотация.** В работе описывается и обосновывается необходимость создания бесплатного и открытого веб-приложения для реализации каталогов дифференцированных данных с использованием фреймворка Laravel, который позволил бы в дальнейшем с лёгкостью расширять и модернизировать проект.

**Ключевые слова:** дифференцированный каталог, поиск данных, веб-приложение, laravel, vue.js.

В настоящее время в мире происходит информационный взрыв, постоянное лавинообразное увеличение скорости и объёма информации. Наблюдается громадный рост научных публикаций, фото и видео камеры стали доступной и обыденной вещью и на компьютерах пользователей стали храниться десятки гигабайт мультимедиа данных. В связи с этим часто возникает проблема организации этих данных, их структуризации, необходимости удобного поиска, публикации в глобальной сети.

Анализируя рынок программных продуктов для быстрой каталогизации больших объёмов различных данных, было выявлено, что не так много расширяемых, хорошо описанных и главное открытых систем. Большинство из них устарели и не соответствуют современным стандартам скорости и простоты работы. Так, например, для создания университетских онлайн-библиотек статей и книг часто используются системы, сделанные внутри вуза и являющиеся морально устаревшими в настоящее время или же, платформа WebИРБИС. Рассматривая последнюю, нельзя не отметить её достаточно обширные возможности и долгую историю разработки, но система имеет невзрачный устаревший интерфейс и медленную скорость работы, и высокий порог вхождения, что является существенными недостатками.

Предлагается создать открытое решение, с помощью которого можно просто и в кратчайшие сроки создать каталог различной информации, как например, книги, статьи, фотографии или музыкальные композиции с применением полнотекстового поиска, системы фильтров и широкой системы администрирования как для дальнейшего размещения в сети, что может быть очень удобно, например, для фотографов или университетов, так и для локальной библиотеки. В качестве основы для реализации поиска планируется использовать движок Algolia, который является мощным инструментом для полнотекстового поиска в реальном времени и предоставляет удобный RESTfulJSONAPI, удовлетворяющий все потребности [1]. Приложение будет иметь адаптивный современный дизайн, правильную расширяемую архитектуру, внешнее API, и широкие возможности поиска и фильтрации, что делает её возможной альтернативой для создания тех же университетских библиотек данных или любых других.

Рассмотрим механизм работы приложения, описанный ниже на рисунке 1.

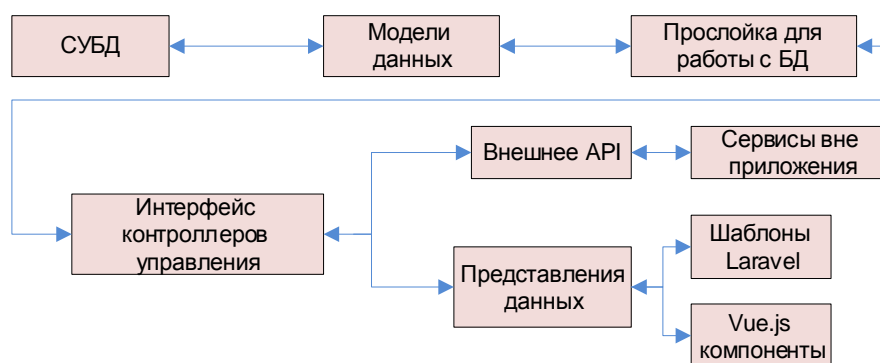


Рисунок 1 – Общая декомпозиция веб-приложения для создания каталогов

Проектирование системы предполагает, что СУБД будет взаимодействовать с механизмом моделей, описывающих таблицы БД, после данные поступают в специальную прослойку для выполнения запросов и передаются в контроллеры управления и распределения, откуда уже поступают пользователю на клиентскую часть приложения или через внешний API. В свою очередь клиентская часть, которая их отображает и может при необходимости так же работать в обратную сторону, запрашивая или отправляя данные без перезагрузки страницы для удобства и быстроты пользования интерфейсом.

Ниже приведены основные функции, которые реализует данное веб-приложение:

- возможность создания дифференцированных каталогов данных;
- возможность использования и настройка фильтрации и полнотекстового поиска;
- возможность скачивания и комментирования данных;
- предоставление внешнего API для создания различных клиентов, например, мобильное приложение;
- возможность использования защищённой аутентификации и идентификации для пользователей с применением социальных сетей и других сервисов;

Также предполагается возможность использования нейронной сети для усовершенствования поиска, как, например, распознавание образов, что может ускорить поиск необходимых изображений.

Разработка сервиса планируется с использованием серверного фреймворка Laravel и клиентского - Vue.js, которые являются современными, открытыми и постоянно обновляющимися веб-инструментами, обеспечивающими достаточную скорость работы и в целом являющимися мощной связкой для разработки систем любой сложности и объёма.

В конечном итоге ожидается полнофункциональное нетребовательное к ресурсам открытое веб-приложение для представления и поиска различных данных, которое с легкостью можно установить на практически любой сервер и использовать из коробки.

### Библиографический список

1. Algolia.com: Поисковой движок Algolia. – Режим доступа: <https://algolia.com/doc>. – 07.03.2020.
2. Stauffer M. Laravel: Up & Running / M. Stauffer. – 2-е изд., – М.: 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472: O'Reilly Media, 2019. – 25 с.

## АНИМАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА

**Матвеев В.Е., Ким А.В., студенты 3 курса бакалавриата,  
факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, профессор кафедры  
информационных и управляющих систем,  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
xxxmk24xxx@gmail.com

**Аннотация.** В работе описывается процесс скелетирования компьютерных моделей человека и анимации модели на основе скелетирования.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, скелетирование, анимация трехмерных моделей.

В настоящее время визуальные информационные технологии применяются практически во всех сферах человеческой деятельности. Одной из таких технологий является трехмерное моделирование. Его применяют в различных областях. В медицине моделирование используют для представления моделей костей, например. Это нужно для того, чтобы изготовить качественный протез. Причем создаются как полные модели костей, так и их части, потому что иногда может потребоваться работать с уже присутствующей костью, но в значительной мере поврежденной. В промышленности трехмерное моделирование нашло себя в проектировании деталей для автомобилей, станков, инструментов. Высокая точность программного обеспечения в совокупности с высокой точностью станков, которые изготавливают детали обеспечивают малую погрешность, что крайне важно при изготовлении надежных механизмов. В области развлечений моделирование также является неотъемлемой частью. В некоторых случаях моделирование - не просто часть, а основа. Такой областью являются трехмерные компьютерные игры, которые позволяют дизайнерам создавать полноценные трехмерные миры, качество проработки которых становится все лучше и лучше благодаря развитию трехмерного моделирования. С развитием программного обеспечения, которое позволяет создавать компьютерные модели различных объектов, внедрение трехмерного моделирования стало еще проще.

Конечной целью работы является создание трехмерных моделей исторических персонажей и анимация их характерного движения.

Для достижения этой цели применяются такие программные средства, как:

1. Blender – свободный, профессиональный пакет, для создания трехмерной графики.
2. MakeHuman – свободное программное обеспечение, предназначенное для создания трехмерных, фотореалистичных моделей человека.
3. MarvelousDesigner – программное обеспечение, предназначенное для создания трехмерной одежды.

Первым этапом была создана модель человека. Для этой задачи использовалась программа MakeHuman, с помощью которой была настроены внешние характеристики человека. Данная программа позволяет не только создавать детальные модели человека, но и одевать на него различную одежду, а также связывать модель со скелетом, детальность которого можно настраивать.

Полученная в MakeHuman модель была экспортирована в MarvelousDesigner. С помощью инструментов, позволяющих создавать одежду из примитивов вроде многоугольников и кривых, была создана одежда для модели человека. Помимо гибкой системы создания одежды

из примитивов в окне двухмерного редактирования MarvelousDesigner позволяет «вручную» подгонять одежду в окне трехмерного представления модели в одежде.

На следующем этапе модель, полученная на предыдущих шагах, экспортируется в Blender. В этой программе производится процесс анимации трехмерной модели человека. Для этого одежде задаются модификаторы и веса, а скелет, к которому привязана модель человека, получает серию координат, последовательность которых и представляет собой конечную анимацию.

На следующих рисунках показано покадровая анимация ходьбы модели человека, выполненная в Blender. Одежда для примера была взята из набора стандартной одежды в Make-Human.



Рисунок 1 – Анимация ходьбы

В результате данной работы были воссозданы исторические персонажи и их характерные черты, такие как движения и одежды, а также произведена анимация компьютерных моделей этих персонажей.

### Библиографический список

1. Федченко А.М. Моделирование движения человека / А.М. Федченко // Молодежь XXI века: шаг в будущее : в 8 т. : материалы 13-й регион. науч.-практ. конф. с межрегион. и междунар. участием, посвященной Году истории в Российской Федерации (г. Благовещенск, 17-18 мая 2012 г.). - Благовещенск : Изд-во Благовещ. гос. пед. ун-та, 2012. - Т. 6. – С. 88.

2. Основы прикладной антропологии и биомеханики : учеб. пособие : Доп. Мин. обр. РФ / Л.П. Шершнева, Л.В. Ларькина, Т.В. Пирязева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 160 с. : рис., табл. - (Высшее образование). - Библиогр. : с. 158.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОЛЕТА

**Мокронос К.К., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Жилиндина О.В., канд. техн. наук, доцент кафедры

информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

kirilov110@gmail.com

**Аннотация.** Рассматривается актуальность использования беспилотных летательных аппаратов в настоящее время и способы программирования автономного полета группы дронов для различных задач.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, квадрокоптеры, дрон.

В современное время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) используются для решения разнообразных военных и мирных задач, которые прежде решались с применением пилотируемых самолётов и вертолётов. Эксплуатация БПЛА в большинстве случаев сравнительно дешева, а их невысокая, в сравнении с пилотируемыми ЛА, собственная стоимость и отсутствие людей на борту позволяют отправлять их на выполнение заданий, в которых существует значительная опасность потери летательного аппарата. Первоначально БПЛА управлялись удалённо с земли, но современные беспилотные системы всё чаще оснащаются автопилотом и бортовым компьютером, которые позволяют им решать в автономном режиме весьма сложные задачи.

Необходимость в автономном функционировании может возникать в тех случаях, когда управление БПЛА с земли затруднено, – например, в силу большого удаления, особенностей местности, необходимостью радиомолчания или даже сложностью лицензирования радиочастот. Использование автономных БПЛА позволяет также избежать необходимости многочасового ручного пилотирования человеком по заранее заданному маршруту – к примеру, в тех задачах, в которых конечной целью является аэрофотосъёмка удалённого объекта.

В общем случае составными механическими частями квадрокоптера являются (см. рис. 1): рама, пропеллеры, плата управления, блок аккумуляторов, электроприводы, контроллеры приводов и различные датчики, в том числе камера. На рисунке 2 представлена функциональная схема управления квадрокоптером.

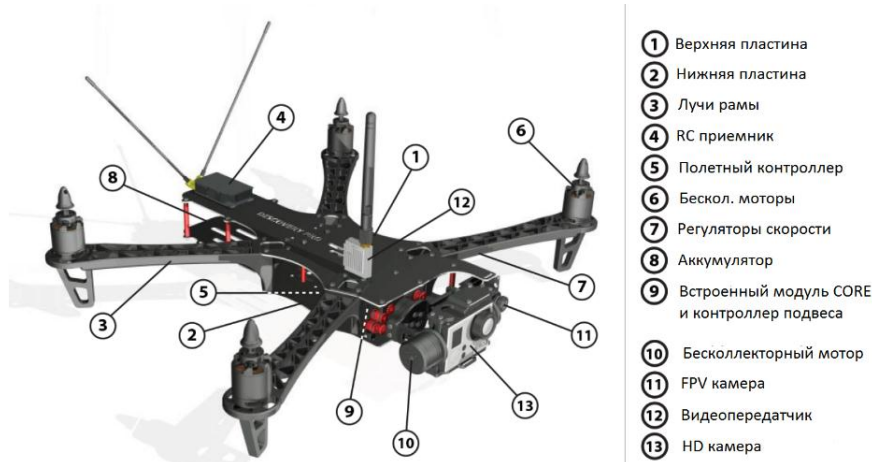


Рисунок 1 - Механические части квадрокоптера

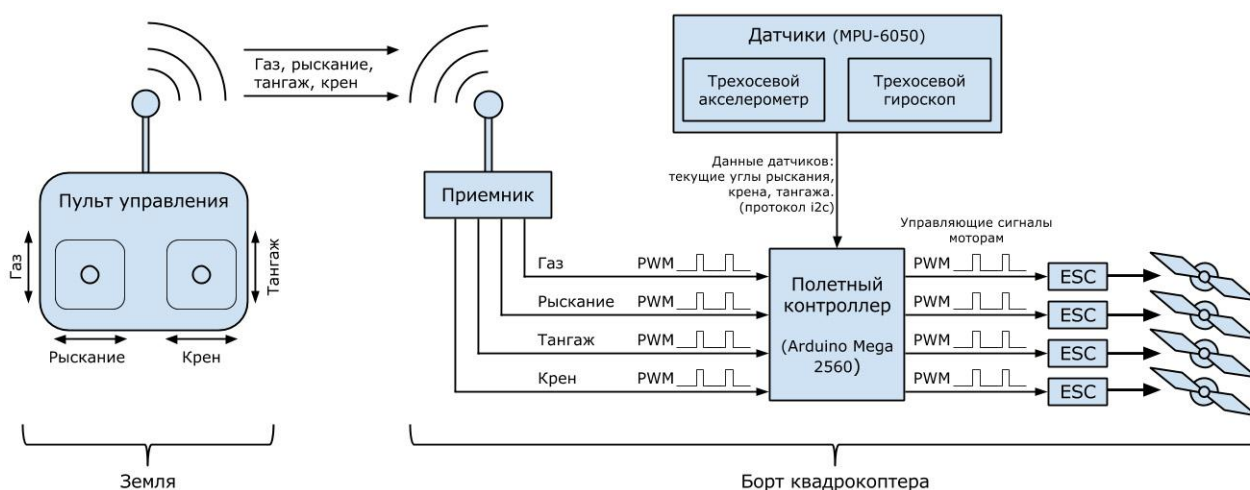


Рисунок 2 – Функциональная схема управления

Являясь перспективным типом малоразмерных БЛА, квадрокоптеры уже сейчас находят широкое применение не только поодиночке, но и в составе групп. Так, группы квадрокоптеров применяются при проведении световых шоу и рекламных акций, при мониторинге местности. Ведутся работы по применению групп квадрокоптеров для формирования мобильных фазированных антенных решеток, мобильных телекоммуникационных сетей быстрого развертывания, формированию ложных целей для средств радиоэлектронной разведки противника и др.

Целью проводимого исследования является разработка технологии, которая может быть применена для создания решения разнообразных задач с использованием автономной группы БПЛА. Данная технология представляет собой спецификацию логической и физической архитектуры системы, спецификацию процесса разработки системы, а также программный фреймворк, в котором могут быть реализованы стратегии агентов. Так же в рамках настоящей работы предложено сформировать общий подход к разработке беспилотных систем, описать примерную архитектуру такой системы, а также создать прототип программного фреймворка. С применением данного фреймворка выполнить тестовую реализацию системы для управления группой БПЛА, решающей задачу полёта по маршруту с минимизацией энергозатрат.

Для выполнения поставленной задачи рассматривается трёхслойная модель системы, включающая в себя высокоуровневую спецификацию задачи, поставленной перед группой БПЛА, промежуточный слой, реализующий логику поведения дронов, а также нижний слой, отвечающий за управление системами летательного аппарата, базовой станции и обеспечивающий связь между всеми устройствами. Подробно рассматривается ПО, составляющее промежуточный слой системы, который отвечает за координацию взаимодействия между уровнями.

### Библиографический список

1. Амелин К.С., Антал Е.И., Васильев В.И, Граничина Н.О. Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов // Стохастическая оптимизация в информатике. – 2009. – С. 157–166.
2. Аверьянов Г. С. Основы теории автоматического управления : учебное пособие / Г.С. Аверьянов, А.Б. Яковлев. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. - 108 с.
3. Биард У. Малые беспилотные летательные аппараты : теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти Мак Лэйн У. ; перевод А.И. Демьяников ; под редакцией Г.В. Анцев. - Москва : Техносфера, 2015. - 312 с.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕГО ВИДА АЛБАЗИНСКОГО ОСТРОГА В 1685 ГОДУ

**Нацвин А.В., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, профессор кафедры  
информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
natsvin1998@yandex.ru

**Аннотация.** Исследование направлено на реконструкцию архитектурных построек Албазинского острога 80-х годов XVII века.

**Ключевые слова:** Албазинский острог, реконструкция, 3D-моделирование.

На сегодняшний момент исследование исторических событий посредством реконструкции является основой событийного туризма, способствующего экономическому развитию, как отдельно взятых регионов, так и некоторых небольших стран в целом. Одним из исторических направлений подобных исследований являющимся важным для развития Амурской области можно обозначить историческую реконструкцию Албазинского острога. Существенный прогресс в вышесказанных исследованиях может основываться на применении современных информационных технологий.

Целью проводимого исследования является реконструкция общего вида основных архитектурных построек Албазинского острога 80-х годов XVII века.

Исходными данными для достижения поставленной цели могут являться разнообразные источники исторического характера. В данном исследовании источниками информации выступали: роспись, составленная воеводой Алексеем Толбузиным, рисунок осады Албазинского острога из китайского атласа XVII века и топографические планы археологических раскопок.

Говоря о существующих макетах, располагающихся в краеведческих музеях Амурской области, можно отметить их несоответствие современным историческим данным, так как построение этих макетов проводилось с использованием эскиза разработанного В.И. Кочедамовым на основе архивных данных [1]. Ошибочность макетов подтверждается тремя археологическими раскопками, проведенными в 1974-1980, 1988-2002 и 2011-2016 годах [2]. Эти раскопки помогли определить положение отдельных сооружений острога: остатки северо-восточной угловой башни, возможный фундамент Воскресенской церкви и колодец, и засыпавшие его остатки крепостной стены [3].

Первым этапом построения макета является получение общего вида исследуемых объектов на основе информации из росписи а так же рисунка из китайского атласа, дополняя недостающие элементы данными об аналогичных постройках того времени. После следует разместить на карте раскопок известные объекты (в данном случае это северо-восточная башня и Воскресенская церковь) в соответствии с их местоположением, пользуясь описанием длин стен, можно начать располагать остальные постройки.

Величины, которыми описаны размеры строений это сажень и аршин, причем сажень может быть казенная и маховая. Так как современное программное обеспечение по 3D-моделированию работает в метрической системе требовалось перевести все величины в метрические, т.е. казенная сажень равна 2,16 метров, маховая 1,78 метра, а аршин 0,78 метра. Пользуясь данными выводами, с помощью программного обеспечения Blender был построен упрощенный вариант макета Албазинского острога (Рисунок 1).

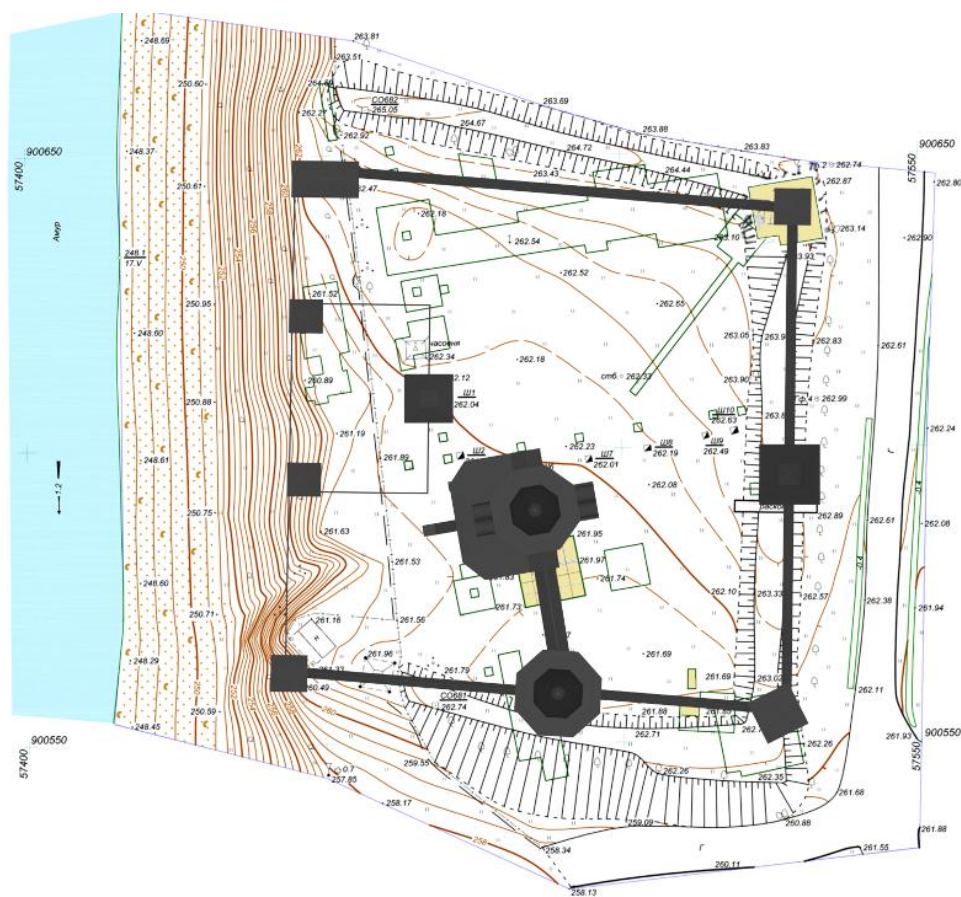


Рисунок 1 - Макет Албазинского острога

На основе полученного макета была начата работа по созданию подробного макета. В основе построения макета лежат «примитивы» как доски и бревна, интерпретируемые в программном обеспечении как цилиндрические и прямоугольные параллелепипеды. Построение ведется по аналогии с настоящим строительством, с учетом особенностей которые необходимы для последующей трехмерной печати.

### Библиографический список

1. Кочедамов В.И. Первые русские города Сибири. – М.: Стройиздат, 1978.
2. Артемьев А.Р. Города и остроги Забайкалья и Приамурья во второй половине XVII–XVIII вв. – Владивосток: Изд. ИИАЭ НДВ ДВО РАН, 1999.
3. Забияко А.П., Черкасов А.Н. Албазинский острог: история, археология, антропология народов Приамурья. – Новосибирск: Изд. ИАЭТ СО РАН, 2019.

## УЛУЧШЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ

**Петренко А.В., студент 4 курса, факультет математики и информатики**  
Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, профессор кафедры  
информационных и управляющих систем  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
alexeypetrenko28@yandex.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены проблемы трехмерной печати методом послойного наплавления, методы их устранения.

**Ключевые слова:** трехмерная печать, метод послойного наплавления, филамент.

Данная работа посвящена исследованию и разработке технологии по улучшению качества трехмерной печати методом послойного наплавления (рисунок 1).

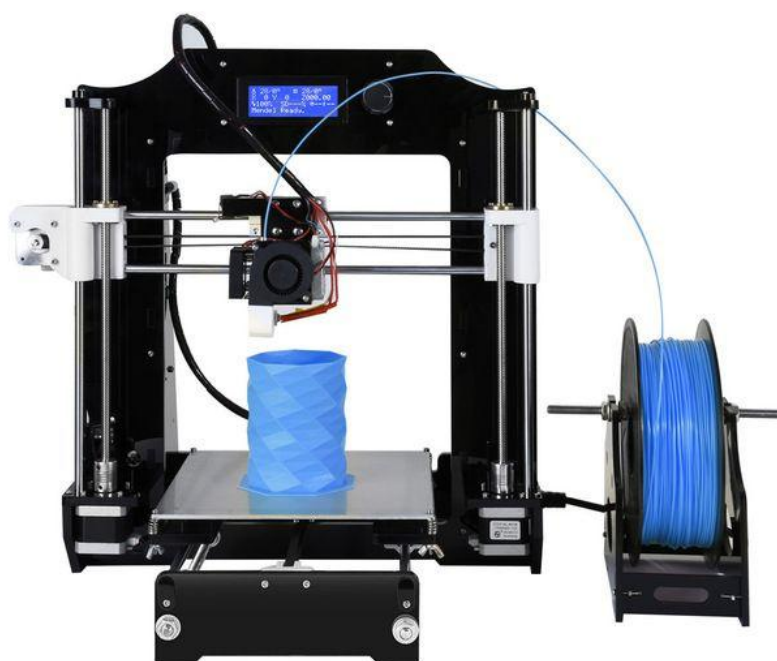


Рисунок 1 – FDM – принтер открытого типа с прямым способом подачи филамента

Моделирование методом послойного наплавления FDM (англ. fused deposition modeling), он же FFF (англ. fused filament fabrication), в настоящее время завоевывает огромную популярность среди любителей и профессионалов трехмерного моделирования, в связи со своей доступностью и простотой эксплуатации. Но при всех своих достижениях, данная технология имеет огромные недостатки, которые требуют индивидуального подхода к проблеме и выявления средств их устранения.

Исследование проводилось на FFF 3D-принтерах открытого и закрытого типа (рисунок 2), с подачей филамента прямым и удаленным способом. Также в исследовании использовались 2 вида филамента: PLA-пластик (полилактид, ПЛА) и ABS-пластик (англ. Acrylonitrile

butadiene styrene), произведено их сравнение, выявлены достоинства и недостатки каждого из них. Проведен сравнительный анализ и получен основной список достоинств и недостатков, при печати тем или иным способом и филаментом. Проведены тесты программ для настройки и подготовки 3D – принтера к печати, разобраны их преимущества и недостатки. Предложены методы усовершенствования данных технологий, включающие в себя усовершенствование модели посредством ПО для трехмерного моделирования [1] и подбор параметров печати в слайсере для различных видов филаментов и 3D – принтеров.



Рисунок 2 – FDM – принтер закрытого типа с удаленным способом подачи

Результатом данной работы являются разработанные технологии и методики по улучшению качества трехмерной печати на перечисленных видах принтеров. Показана эффективность применения данных технологий для печати различных видов трехмерных моделей.

### **Библиографический список**

1. Горелик А.Г. Самоучитель 3dsMax 2014. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014. -544 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГНСС-ДААННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

**Понизов А.В., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Галаган Т.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

aleksandrponizov@gmail.com

**Аннотация.** В работе описывается и обосновывается необходимость создания вычислительной сети, с использованием микросервисной архитектуры, для обработки ГНСС-данных, используемых для анализа геодинамической активности.

**Ключевые слова:** обработка данных, гнсс-данные, микросервисная архитектура, Ixс-контейнеры.

Одним из важных аспектов современной геологии является анализ активности различных тектонических структур. Одним из наиболее эффективных подходов анализа является космическая геодезия (ГНСС). Он позволяет исследовать движения и деформации как локального, регионального, так и глобального масштаба. Результирующая точность таких измерений – до 0,1 сантиметра – достаточна для фиксации деформаций в пределах внутриконтинентальных районов.

Для получения необходимой точности используется смешанный режим работ, который включает в себя:

- режим полевых кампаний, в ходе которых периодически повторяющиеся кратковременные измерения проводятся на реперных пунктах геодезической сети;
- непрерывный режим – длительные наблюдения выполняются на постоянно действующих станциях, что позволяет достигать значения самой высокой точности и улавливать кратковременные деформации.

Также для непрерывного режима необходимо отметить большое количество создаваемой приемниками информации в день (порядка 10 Гб в день), и её высокой распределенности. Это обуславливается двумя параметрами измерений: частотой дискретизации сигнала (1 сек.) при обмене информацией между принимающей станцией и спутниками, и количеством станций-приемников, расположенных на исследуемой территории.

Процесс, в рамках подхода космической геодезии, состоит из нескольких этапов:

- сбор «сырых» данных на исследуемой территории, посредством использования стационарных и портативных ГНСС-приемников;
- загрузка «сырых» данных с приемников на локальные хранилища;
- преобразование «сырых» данных в открытый формат RINEX;
- загрузка файлов спутниковых орбит, навигационных и дополнительных файлов, необходимых для последующих этапов;
- обработка данных с помощью различных математических методов;
- проверка предварительных результатов;
- получение итоговых результатов и их визуализация на карте;

Предлагается создать решение, внедрение которого позволит автоматизировать процессы сбора, хранения, а также обработки информации. Использование микросервисной архитектуры, позволит увеличить горизонтальную масштабируемость системы, что в свою очередь позволит производить больше расчетов на единицу времени, а также увеличит гибкость в работе, уменьшит временную цену ошибочных расчетов и повысит общую продуктивность

процесса. Приложение будет иметь адаптивный и современный Веб-интерфейс, микросервисную архитектуру, построенную на базе протокола HTTP, обеспечит возможность гибкой настройки процесса анализа геодинамической активности. Декомпозиция веб-приложения, построенного на основе микросервисной архитектуре представлена на рисунке 1.

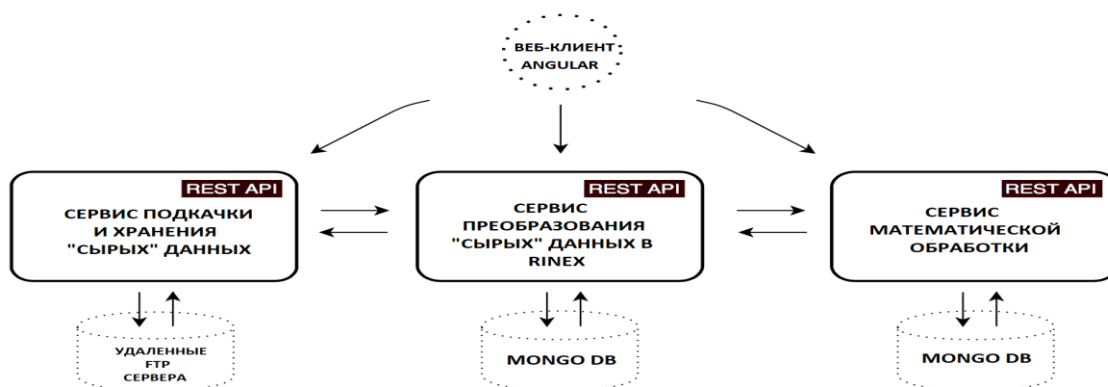


Рисунок 1 – декомпозиция веб-приложения, микросервисная архитектура

Функционал веб-приложения:

- сбор, систематизация и первичная обработка имеющихся геодезических данных;
- математическая обработка: результатов: приведение к условиям однородной среды, нормирование, осреднение в квадратах, расчет показателей в равнозначных градациях (баллах), расчет суммарного балла, построение картосхем в изолиниях;
- отображение результатов обработки в удобном виде;
- отображение информации об актуальности и доступности данных в источниках;
- отображение информации о текущих задачах анализа;
- возможность настройки процесса обработки и математической обработки данных;

Разработка серверной основы приложения планируется с использованием платформы Microsoft .NetCore 3.1, к преимуществам которой можно отнести длительный цикл поддержки, кроссплатформенность, открытость, производительность. В рамках клиентской части планируется использование фреймворка Angular 2+, основой которого является язык TypeScript, успешно совмещающий всю мощь строго типизированных языков и гибкость языка JavaScript. К преимуществам можно отнести и компонентную базу фреймворка, развиваемую авторами, что гарантирует стабильную работу при последующих обновлениях. Каждый сервис будет расположен в легковесном LXC-контейнере, вместе с необходимым окружением.

### Библиографический список

1. Инструментальное и информационно-технологическое обеспечение сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России / Ханчук А.И., Коновалов А.В., Сорокин А.А [и др.]. – Вестник ДВО РАН. - № 3. - 2011. – 127-137 с.
2. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга / Ричардсон Крис – СПб.: Питер, 2019. – 544 с.
3. Начало формирования единой сети геодинамических наблюдений. / Быков В.Г., Бормотов В.А., Коковкин А.А [и др.]. – Вестник ДВО РАН. – 2009. - № 4. – С. 83-93.
4. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2013. – 896 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИНЕРЦИАЛЬНОГО ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ АНИМАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ПЕРСОНАЖЕЙ

**Решетов К.Ю., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, профессор кафедры информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

kirill.reshetov@gmail.com

**Аннотация:** целью данной работы является практическое применение технологии инерциального захвата движения (motioncapture) для компьютерной анимации исторических персонажей, представленных казаками и манчжурами XVII века. В данной работе описывается технология создания недорогого инерциального костюма захвата движения, построенного на датчиках абсолютной ориентации BNO055 и передаче структурированной информации в 3D редактор Blender для анимации трехмерной модели исторического персонажа.

**Ключевые слова:** Motion capture, технология инерциального захвата движения

Захват движения человека и оценка его кинематических и динамических параметров в реальном масштабе времени применяется во многих областях, например, медицине, спорте, искусстве и индустрии развлечений.

Задачей проводимого исследования является создание инерциальной системы захвата движения, обладающей относительно низкой стоимостью. Инерциальная система захвата движения основана на сети из 15 датчиков абсолютной ориентации BNO055 (разработки фирмы Bosch), подключенных через два I2C-мультиплексора TCA9548A к аппаратной платформе Arduino Mega, где датчики абсолютной ориентации прикреплены к каждому сегменту, положение которого должно быть отслежено (рисунок 1).

Датчики закреплены на эластичном костюме и подключены с помощью 2-парной витой пары UTP-2. Коммуникация определяется протоколом связи. Отображение ориентации на определенные сегменты скелета позволяет фиксировать движение объекта. Зная все изменения сегментов во времени, можно проследить общую позу человека [1].

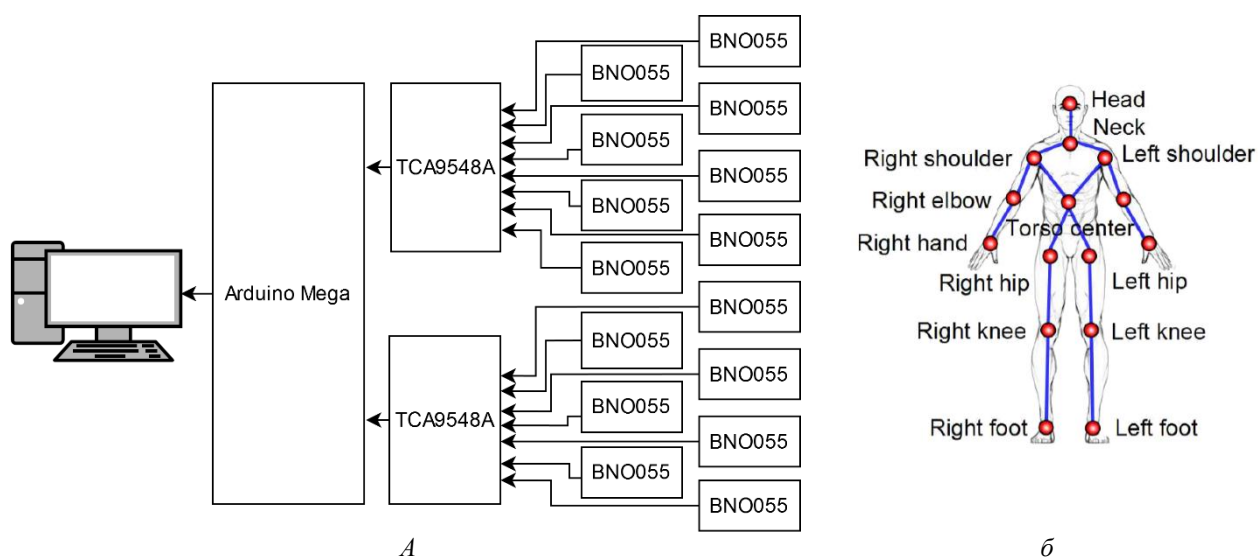
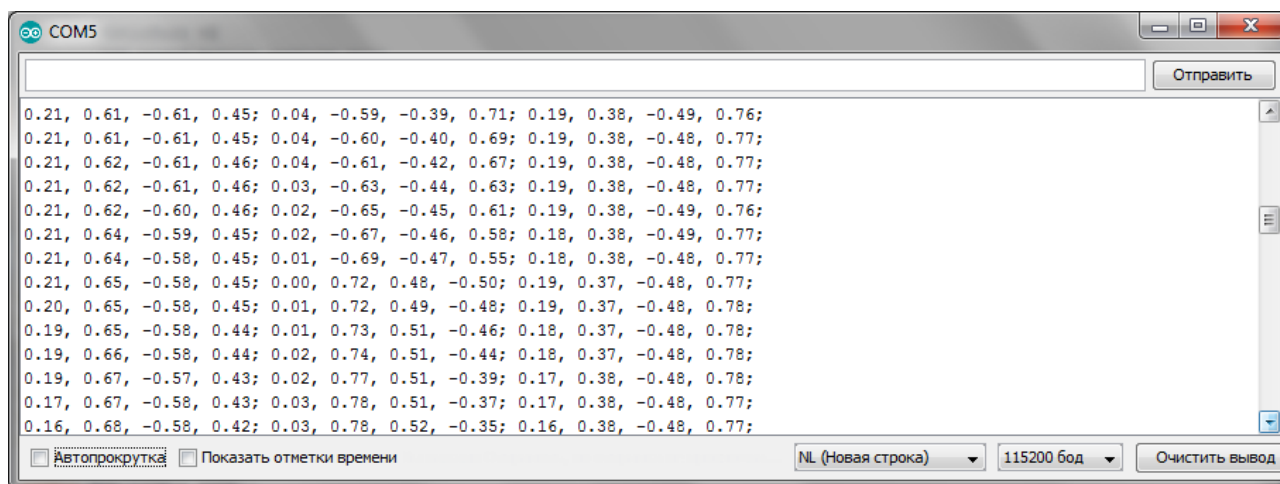


Рисунок 1 – Схема из 15 датчиков (а), схема закрепления датчиков на теле человека [2] (б)

С датчиков поступают данные в виде кватернионов [3]. Далее осуществляется обработка потока данных скриптом на языке Python (с использованием математической библиотеки `mathutils` для обработки кватернионов) и дальнейшей передачей структурированной информации в 3D редакторе Blender для анимации трехмерной модели исторических персонажей. Датчики располагаются на теле человека в точках, соответствующих точкам на 3D-скелете 3D модели [2].

Данные, обрабатываемые контроллером, представляют следующий вид (рисунок 2):



```
0.21, 0.61, -0.61, 0.45; 0.04, -0.59, -0.39, 0.71; 0.19, 0.38, -0.49, 0.76;
0.21, 0.61, -0.61, 0.45; 0.04, -0.60, -0.40, 0.69; 0.19, 0.38, -0.48, 0.77;
0.21, 0.62, -0.61, 0.46; 0.04, -0.61, -0.42, 0.67; 0.19, 0.38, -0.48, 0.77;
0.21, 0.62, -0.61, 0.46; 0.03, -0.63, -0.44, 0.63; 0.19, 0.38, -0.48, 0.77;
0.21, 0.62, -0.60, 0.46; 0.02, -0.65, -0.45, 0.61; 0.19, 0.38, -0.49, 0.76;
0.21, 0.64, -0.59, 0.45; 0.02, -0.67, -0.46, 0.58; 0.18, 0.38, -0.49, 0.77;
0.21, 0.64, -0.58, 0.45; 0.01, -0.69, -0.47, 0.55; 0.18, 0.38, -0.48, 0.77;
0.21, 0.65, -0.58, 0.45; 0.00, 0.72, 0.48, -0.50; 0.19, 0.37, -0.48, 0.77;
0.20, 0.65, -0.58, 0.45; 0.01, 0.72, 0.49, -0.48; 0.19, 0.37, -0.48, 0.78;
0.19, 0.65, -0.58, 0.44; 0.01, 0.73, 0.51, -0.46; 0.18, 0.37, -0.48, 0.78;
0.19, 0.66, -0.58, 0.44; 0.02, 0.74, 0.51, -0.44; 0.18, 0.37, -0.48, 0.78;
0.19, 0.67, -0.57, 0.43; 0.02, 0.77, 0.51, -0.39; 0.17, 0.38, -0.48, 0.78;
0.17, 0.67, -0.58, 0.43; 0.03, 0.78, 0.51, -0.37; 0.17, 0.38, -0.48, 0.77;
0.16, 0.68, -0.58, 0.42; 0.03, 0.78, 0.52, -0.35; 0.16, 0.38, -0.48, 0.77;
```

Рисунок 2 – Выходные данные

Представленные данные можно прокомментировать следующим образом: микроконтроллер считывает ориентацию каждого датчика в кватернионах и отправляет их в виде строки. В каждой строке представлено три кватерниона, состоящих из четырех чисел через запятую. Каждый кватернион соответствует изменению положения определенного узла на скелетной модели в 3D редакторе Blender.

Для отработки схемы был собран рабочий макет из трех датчиков и осуществлено устойчивое получение телеметрии. В дальнейшем планируется создание костюма с закрепленными на нем 15 датчиками абсолютной ориентации, разработка моделей для печати на 3D-принтере корпуса для контроллера для закрепления на костюме и 15 корпусов для фиксации датчиков на костюме. Также планируется написание скрипта на языке Python для обработки данных в режиме реального времени в 3D редакторе Blender для анимации 3D моделей исторических персонажей, представленных казаками и манчжурами XVII века для компьютерной исторической реконструкции осады Албазинского острога 1685 года. В дальнейшем планируется создание исторического мультипликационного фильма.

### Библиографический список

1. Szczęśna, Agnieszka&Pruszowski, Przemysław&Skurowski, Przemysław&Lach, Ewa&Ślupik, Janusz&Pęszor, Damian&Paszkuta, Marcin&Polanski, Andrzej&Wojciechowski, Konrad&Janiak, Mateusz&Lebek, Kamil. Inertial Motion Capture Costume // *Procedia Technology*. – 2017. – № 27. – С. 139-140.
2. Han, Fei, et al. Space-time representation of people based on 3D skeletal data A review // *Computer Vision and Image Understanding*. – 2017. – № 158. – С. 85-105.
3. Pruszowski P, Szczęśna A, Polański A, Ślupik J, Wojciechowski K. Adaptation Mechanism of Feedback in Quaternion Kalman Filtering for Orientation Estimation *Artificial Intelligence and Soft Computing* // Springer International Publishing. – 2015. – С. 739-748.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Толкачев А.О., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики

Научный руководитель: Бушманов А.В., канд. техн. наук, доцент кафедры

информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

toxa1825@gmail.com

**Аннотация.** В данной исследовательской работе представлены разработка и моделирование процесса распространения звука с учетом изменения основных свойств среды, демонстрируя наглядно пользователю акустические каналы утечки информации и дает возможность виртуально испытать методы увеличения звукоизоляции или звукопоглощения для предварительной оценки эффективности разработанных методов с помощью программной платформы COMSOL Multiphysics.

**Ключевые слова:** уравнение акустической диффузии, информационная безопасность, утечка информации, звукоизоляция, акустика, акустический канал, распространение звука

Цель исследования – моделирование процесса шумоизлучения в помещении с помощью программного пакета моделирования и расчёта акустических задач. Методологии акустического исследования составляют: методы измерения разборчивости речи: Покровского, образцовый метод, формантный метод, акустическое уравнение диффузии. Исходные данные для исследования были получены эмпирическим путём с помощью специализированного прибора – шумомера. Далее был произведен инженерный анализ конструкций исследуемого помещения. Следующим этапом исследования является выявление естественных и искусственных каналов утечки информации по акустическим каналам.

Затем произведён расчёт разборчивость речи в помещении для проведения конфиденциальных переговоров, на основе полученных данных предыдущих этапов исследования. С помощью программного комплекса «COMSOL» версии 5.2a разработана 3D-модель исследуемого объекта (инженерная конструкция, мебель и т.п.), в которую внесены свойства материалов.

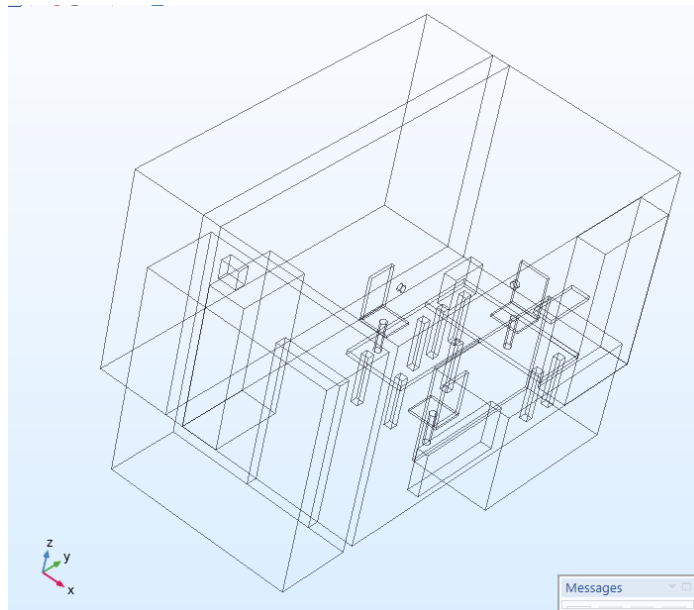


Рисунок 1 – 3D-модель исследуемого помещения

Далее производилась моделирование процесса шумоизлучения в изменяемой среде (температура, давление) получения дополнительной информации о возможных уязвимых местах утечки информации по акустическим каналам.

Следующим этапом исследования является анализ и сравнение результатов, полученных экспериментальным путём и с помощью моделирования процесса шумоизлучения, что позволило разработать новый метод оценки защиты информации по акустическим каналам связи при использовании только программного пакета.

В конечном результате исследования предложена 3D-модель нарушителя в нескольких вариациях: модель нарушителя (3D-модель с настоящим шумоизлучением) и модель нарушителя с реализованными рекомендациями для защиты информации (3D-модель с реализованными методами защиты информации).

В разработанный комплексный метод предотвращения утечки информации по акустическим каналам в исследуемых помещениях включает следующие основные этапы:

- 1) инженерный анализ строительных конструкций исследуемого объекта;
- 2) выявление естественных и искусственных каналов утечки информации; по акустическим каналам;
- 3) выполнение исследований и экспериментов на основе измеримых данных (Уравнение акустической диффузии, метод Покровского, образцовый метод, метод формантной разборчивости и т. п.);
- 4) проектирование «3D модели», выявление уязвимых мест;
- 5) подбор методов защиты акустической информации;
- 6) проверка подобранных методов защиты информации на разработанной 3D-модели.

Отсюда можно сделать вывод: защищённая информационная среда – неперенное условие развития экономики рынка и других сфер общества. Комплексный метод – является гарантией 100 %-й защиты утечки информации от злоумышленников.

Об актуальности и чрезвычайной важности решения данной проблемы в области информационной безопасности в век глобального развития информационных технологий неоспоримо. Выявление и своевременная ликвидация возможных акустических каналов утечки информации, является отличным оружием против промышленного шпионажа, так как он набирает всё больший оборот в рыночной экономике.

### **Библиографический список**

1. Абалмазов Э.И. Методы и инженерно-технические средства противодействия информационным угрозам. - М.: Гротек, 2017.
2. Быков Ю.С. Составление артикуляционных таблиц русской речи и метод определения звуковой разборчивости. - М.: Труды Комиссии по акустике АН РФ, 2012.
3. Иванов Н.И. Инженерная акустика: Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2008.

## РАЗРАБОТКА ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ

**Храпов А.Б., студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Бушманов А.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры  
информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

alex.hrapov@mail.ru

**Аннотация.** В наши дни мобильные устройства заняли прочное место в повседневной жизни людей. Они начали свой путь в качестве телефонов, впоследствии обретая все больше и больше функций, превратившись, в конце концов, в полезных помощников. Более того, с развитием интернета мобильные устройства стали средством получения доступа к мировым информационным ресурсам из любой точки мира [4]. Если учесть, что информация в современном обществе является одним из наиболее востребованных ресурсов, а также обратить внимание на развитие технологий, сказывающееся на цене, качестве и технических характеристиках мобильных устройств, то совершенно естественным следствием является очень высокий спрос на мобильные устройства в современном мире [3].

**Ключевые слова:** android, android sdk, java, мобильное приложение

Целью исследования является разработка и внедрение программного продукта Android-приложений. Разработка программного продукта значительно облегчит работу клиенту, окажет помощь в составлении и добавлении нужных препаратов, которые необходимо принять в определенный день и время.

Объектом исследования в данной работе выступает разработка приложений под мобильную платформу Android для обеспечения взаимодействия.

Задачи:

- 1) изучить архитектурные особенности платформы Android для реализации исходных требований;
- 2) спроектировать приложения;
- 3) реализовать приложения;
- 4) протестировать и внедрить.

В настоящее время мобильные устройства играют главную роль для большинства предприятий и в целях ускорения и оптимизации работы компании необходимо автоматизировать максимальное количество ручной работы. Очень важной частью мобильного устройства является программное обеспечение. Оно может способствовать решению различных задач, служить для обучения, для хранения важной информации, для развлечения, помогать в работе, собирать информацию, и выполнять другие функции. С их помощью можно максимально упростить деятельность организации.

Рынок программного обеспечения для мобильных устройств развивается очень бурно в связи с высоким спросом на мобильные устройства и, что естественно, на различного рода мобильные приложения. Предприниматели не могли обойти вниманием преимущества, предоставляемые мобильными устройствами. Все больше и больше компаний разрабатывают или заказывают разработку приложений для удовлетворения собственных нужд [6].

Архитектура ОС Android

В архитектуре операционной системы Android нас интересует уровень каркаса приложений, так как в нем находятся основные службы Android для управления жизненным циклом приложений, пакетами, ресурсами и т.д [1].

Программист имеет полный доступ ко всем компонентам уровня каркаса приложений, что упрощает реализацию приложений. Компоненты уровня каркаса приложений представлены на рисунке 1.

Архитектуру ОС Android принято делить на четыре уровня:

- 1) уровень ядра (Linux Kernel);
- 2) уровень библиотек и среды выполнения (Libraries and Android Runtime);
- 3) уровень каркаса приложений (Application Framework);
- 4) уровень приложений (Applications).

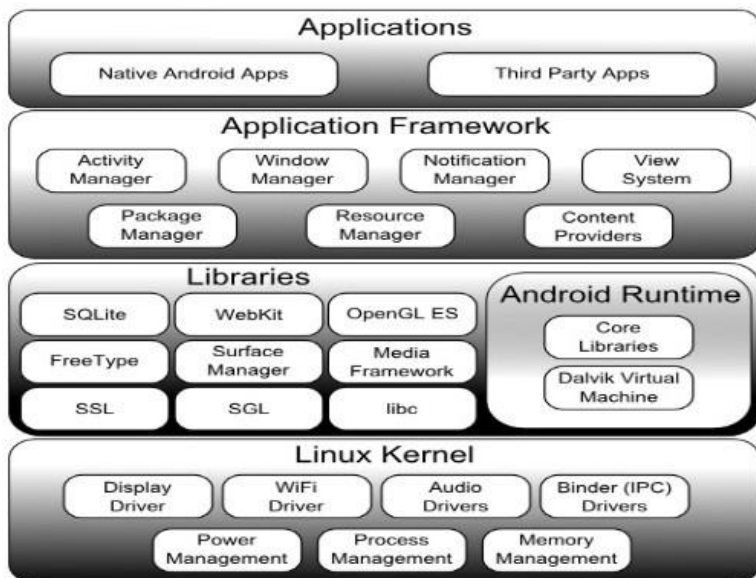


Рисунок 1 - Архитектура ОС Android

В ходе исследования будет разработано android-приложение, которое позволит пользователю своевременно осуществлять употребление пероральных лекарственных средств.

### Библиографический список

1. Архитектура Android // Тематические медиа - Электрон. дан. - [Б.м.], 2007. - URL: <https://geektimes.ru/post/16770> (дата обращения: 14.05.2016)
2. Гамма Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования // Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон. - СПб: Питер, 2001. - 368 с.
3. Особенности Service и AsyncTask в Android-приложениях // DataArt - Электрон. дан. - [Б.м.], 2016. - URL: <http://www.dataart.ru/blog/2011/10/osobennosti-service-i-asynctask-v-androidprilozheniyah> (дата обращения: 12.05.2016).
4. Платежи в Android приложениях это просто // PVSM.RU - Электрон. дан. - [Б.м.], 2016. - URL: <http://www.pvsm.ru/android/24285/print> (дата обращения: 11.05.2016).
5. Платежи в Android приложениях это просто. Продолжение // PVSM.RU — Электрон. дан. - [Б.м.], 2013. - URL: <http://www.pvsm.ru/android/24377> (дата обращения: 17.05.2016).
6. Полезные советы новичкам в дизайне под Android // Тематические медиа — Электрон. дан. - [Б.м.], 2013 - URL: <https://habrahabr.ru/post/173767> (дата обращения: 16.05.2016).
7. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений // М.Фаулер. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. - 544 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОЗНАКОМЛЕНИЯ С АЛБАЗИНСКОЙ ЭКСПОЗИЦИЕЙ АМУРСКОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ

**Чупраков М.В.**, студент 1 курса магистратуры, факультет математики и информатики

Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

nitroid91@gmail.com

**Аннотация.** Исследование направлено на реализацию современных цифровых решений дистанционного ознакомления с Албазинской экспозицией Амурского краеведческого музея.

**Ключевые слова:** Амурский краеведческий музей, Албазинская экспозиция, дистанционное ознакомление, виртуальная панорама, браузерная игра.

Цифровые и веб-технологии являются неотъемлемой частью современной жизни, захватывают все больше и больше ее сфер: бизнес, образование, здравоохранение, культура. «Виртуальный музей» - одно из перспективных направлений развития цифровых технологий. Веб-платформы предоставляют возможность круглосуточного доступа без билетов и очередей к экспозициям и материалам музеев, обеспечивают доступность культурных ценностей широкому кругу лиц, находящихся в любой точке мира.

Целью настоящего исследования является реализация современных цифровых решений дистанционного ознакомления с Албазинской экспозицией Амурского краеведческого музея. В рамках исследования разрабатывается веб-платформа со следующими модулями: 3D-панорамы, фото- и видеоматериалы экспозиции, браузерная игра.

Виртуальные 3D-панорамы памятных мест, дворцов и соборов, музеев, городских, и не только городских, пейзажей пользуются невероятной популярностью в западных странах. Вот уже десятилетие как технологии создания виртуальных туров входят и в российскую действительность, поднимая таким образом планку в освоении новых цифровых высот. 3D-панорамы – это не просто панорамы в 180 градусов угла обзора, а реальная трехмерная модель пространства, в центре которой «виртуальный посетитель», который может «крутиться» вокруг своей оси, получая реальное представление об окружающем пространстве. 3D-панорамы позволяют побродить в созданном виртуальном пространстве, рассмотрев окружающую обстановку, отдельные объекты, и заглянуть за грань привычного плоского изображения.

Для реализации 3D-панорам Албазинской экспозиции потребовалось произвести фотосъемку с использованием штатива с опцией вращения на 360 градусов. В результате были получены фотографии, которые в последствии были программно обработаны и преобразованы в изображение высокого разрешения - развертку. В рамках исследования получены три развертки, каждая из которых дополнена информационными (текстовыми), фото-, аудио- и видеовставками, посвященными отдельным объектам экспозиции. Далее произведено объединение разверток в виртуальный тур Албазинской экспозиции. Полученный результат преобразован в HTML формат для интеграции на веб-платформу.

Реализация 3D-панорам Албазинской экспозиции Амурского краеведческого музея представлена на рисунке 1. В ней несколько 3D-панорам связаны в один виртуальный тур с возможностью детального рассмотрения отдельных объектов экспозиции.

Модуль фото- и видеоматериалов Албазинской экспозиции позволит более детально ознакомиться с определёнными экспонатами, заинтересовавшими «виртуального посетителя», получить подробную историческую справку по данному экспонату.

Модуль «Браузерная игра». Браузерные игры - игры, использующие браузерный интерфейс и обычно не требующие установки на компьютер дополнительных приложений, кроме самого браузера. Такие игры, как правило, просты и доступны для быстрого освоения. Планируется разработка и интегрирование в веб-платформу браузерной игры, созданной на основе исторических событий становления и развития Албазинского острога.



Рисунок 1 – 3D панорама Албазинской экспозиции Амурского краеведческого музея

### Библиографический список

1. Кочедамов В.И. Первые русские города Сибири. – М.: Стройиздат, 1978.
2. Артемьев А.Р. Города и остроги Забайкалья и Приамурья во второй половине XVII–XVIII вв. – Владивосток: Изд. ИИАЭ НДВ ДВО РАН, 1999.
3. Забияко А.П., Черкасов А.Н. Албазинский острог: история, археология, антропология народов Приамурья. – Новосибирск: Изд. ИАЭТ СО РАН, 2019.
4. Робин Никсон Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. – СПб: Изд. Питер, 2019.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА СЕТИ В СРЕДЕ LABVIEW

**Шишленин А.Е., студент 2 курса магистратуры, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Веселова Е.М., канд. физ.-мат. наук, доцент,

доцент кафедры математического анализа и моделирования

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

divinity1311@gmail.com

**Аннотация.** Работа посвящена разработке алгоритма, предназначенного для моделирования установившегося режима ПС Тумнин в программной среде LabVIEW.

**Ключевые слова:** электрическая схема сети, программная среда LabVIEW, установившийся режим

Первоочередной задачей при проектировании электроэнергетических систем является расчет и оптимизация установившегося режима. Основными направлениями оптимизации режима являются:

- регулирование напряжения на подстанциях;
- регулирование напряжения на шинах электростанции;
- отыскание рациональных точек размыкания контуров напряжением 35 кВ и ниже;
- регулирование токов возбуждения высоковольтных синхронных двигателей нагрузки.

Основными элементами электрической сети являются линии электропередачи и трансформаторы.

Источники питания могут быть заданы одним из следующих способов:

- 1) постоянным по модулю и фазе напряжением (базисный узел). Данный способ обычно используется для подстанций энергосистем, рассматриваемых как источники питания;
- 2) постоянной активной мощностью и постоянным модулем напряжения (узел, балансирующий по реактивной мощности). Этим способом задаются электростанции при наличии в сети также других источников энергии.

В работе рассматривается воздушная линия электропередачи Высокогорная – Тумнин – Ванино напряжением 220 кВ.

Для анализа режимов применяются различные программные продукты. В данной работе для реализации алгоритма моделирования воздушной линии была выбрана среда программирования LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – платформа с графическим языком программирования «G», основанного на архитектуре потоков данных (последовательность выполнения операций в таких языках, в отличие от текстовых, определяется не иерархией, а наличием данных на входах соответствующих модулей, то есть одновременно возможно исполнение нескольких операций, если для их вычисления все необходимые данные известны).

Выбранная среда проста в изучении, интуитивна, инструментарий позволяет производить необходимые для решения поставленной задачи математические расчеты любой сложности и объема.

Для удобства внесения исходных данных и восприятия расчетных величин были сгруппированы различные этапы реализации процесса. Так же были объединены терминалы блок-диаграммы, выполняющие общий расчет, в виртуальные подприборы.

Блок-диаграмма разработанной системы автоматизированного проектирования представлен на рисунке 1.

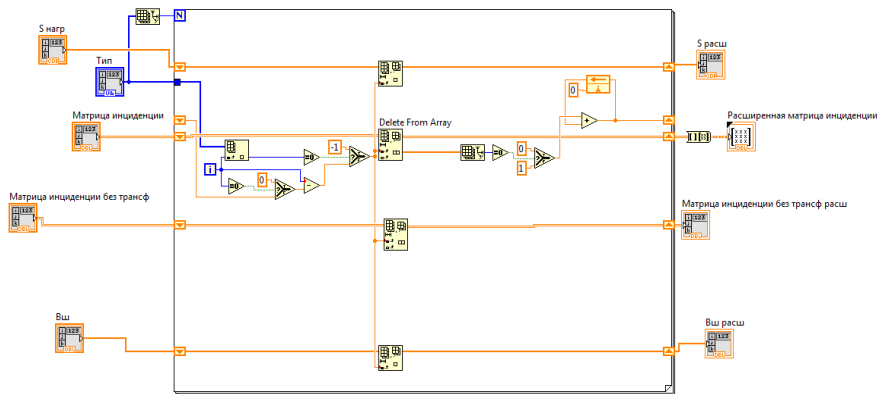


Рисунок 1 – Диаграмма разработанной системы проектирования в среде LabVIEW

Заданные исходные данные для узлов представлены на рисунке 2.

Исходная схема	Расчетная схема																			
Узлы	ЛЭП	Подстанции	Трансформаторы	Экономика																
Название	x	y	Тип	P, МВт	Q, МВАр	Вщ, мкСм	U, кВ	Фаза	U баз, кВ	U ном, кВ	dU, %	U баз, кВ	Число итераций	Точность	Ktr					
База	0	0	База	0	0	0	218,4	0	218,4	220	7,64	218,4	36	1E-10	0					
ПС1 ВН	0	0	Нагрузка	0	0	0	216,0996437	-0,16	218,4	220	5,55	dP, МВт	dQ, МВАр	Район проектирования						
ПС1 НН	0	0	Нагрузка	1,2	0,5	-1234	6,813080424	-2,7	7,104	6	13,6	4,824	5,258	Расчетный период, лет						
ПС2 ВН	0	0	Нагрузка	0	0	0	113,0412887	-0,11	118,4	110	2,76									
ПС2 НН	0	0	Нагрузка	6,9	2,7	0	8,692895527	-20	11,84	10	-13,1									
ПС3 ВН	0	0	Нагрузка	0	0	0	111,8045795	-0,048	118,4	110	1,64									
ПС3 Нейтр	0	0	Нагрузка	0	0	0	112,275971	-5,9	118,4	110	2,07									
ПС3 СН	0	0	Нагрузка	5,6	3,8	-3259	37,42536139	-5,9	39,6383	35	6,93									
ПС3 НН	0	0	Нагрузка	0	0	0	10,73944071	-5,9	11,3252	10	7,39									
ПС4 ВН	0	0	Нагрузка	12,3	7,6	2372	110,9509029	0,052	118,4	110	0,864									
ПС4 НН	0	0	Нагрузка	0	0	0	11,09509029	0,052	11,84	10	11									

Рисунок 2 – Начальные данные для узлов

Реализованная система автоматического проектирования имеет следующие преимущества по сравнению с сертифицированными инженерными программами:

- расчет технико-экономических показателей исходного варианта электрической сети;
- схемно-режимная оптимизация исходного варианта электрической сети;
- расчет технико-экономических показателей оптимизационного варианта электрической сети;
- расчет параметров сети для оптимизационного варианта на каждый прогнозируемый год.

### Библиографический список

1. Автоматизация физических исследований и эксперимента. Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / П.А. Бутырин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 265 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7856.html>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / Лыкин А.В. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45384.html>. – ЭБС «IPRbooks»

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И 3D-ПЕЧАТЬ СУВЕНИРНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Шкреба О.И., студент 3 курса бакалавриата, факультет математики и информатики**

Научный руководитель: Еремин И.Е., д-р техн. наук, профессор кафедры  
информационных и управляющих систем

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

oleg.shkreba@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассматриваются технологические аспекты прототипирования трехмерных геометрических моделей и практической 3D-печати сувенирных фигурок.

**Ключевые слова:** Трехмерное моделирование; метод послойного наплавления; 3D-печать.

Трехмерное моделирование применяется в различных сферах человеческой деятельности, в том числе и в создании сувенирной продукции [1]. В качестве объекта для моделирования был выбран древнегреческий математик «Пифагор» для создания сувенира к двадцатипятилетию факультета математики и информатики.

Целью исследования является освоение технологии компьютерного прототипирования сложного евклидового объекта и 3D-печати методом послойного наплавления.

Для достижения цели решались следующие задачи:

### 1. Компьютерное моделирование.

Для создания виртуальной модели персонажа был использован комплекс программных продуктов:

Blender – свободный, профессиональный пакет для создания трехмерной графики; MakeHuman – свободное программное обеспечение, предназначенное для создания трехмерных, фотореалистичных моделей человека; *MarvelousDesigner* – программное обеспечение, предназначенное для создания одежды.

*На первом этапе была создана модель человека в программе MakeHuman. Далее, за счет встроенного скелета в 3D-модель, осуществлялось позирование персонажа в Blender'e.*

*На следующем этапе с помощью программы MarvelousDesigner была создана одежда и импортирована в программу Blender. Далее при помощи скульптинга в программе Blender была воссоздана голова Пифагора, а также были внесены точечные доработки в исходную модель, полученную посредством программы MakeHuman (рисунок 1).*

### 2. Печать на 3D-принтере.

Для решение второй задачи были изучены основные технологии 3D-печати. Трехмерная печать представляет собой технологию аддитивного производства, в отличие от субтрактивных технологий, построение объекта происходит за счет послойного добавления материала.

На данный момент существует большой выбор методов и технологий трехмерной печати. Данная печать осуществлялась с использованием технологии FDM (англ. Fuseddepositionmodeling – моделирование методом послойного наплавления). Необходимо отметить, что в современных реалиях 3D-принтеры, использующие данную технологию, довольно дешевы и просты в обслуживании, но при этом могут обеспечить достаточно высокое качества печати. В качестве материала для печати используются термопластики, обладающие разными физико-химическими свойствами [2]. Например, PLA пластик имеет более низкую степень деформации при нагреве, следовательно, позволяет делать более детализированные и сложные модели.

Поэтому печать осуществлялась на 3D-принтере с использованием PLA пластика (рисунок 2). Для создания файла, содержащего информацию, читаемую принтером: траекторию

движения экструдера, температурные режимы, скорость печати и т.д. – использовалось программное обеспечение Cura.

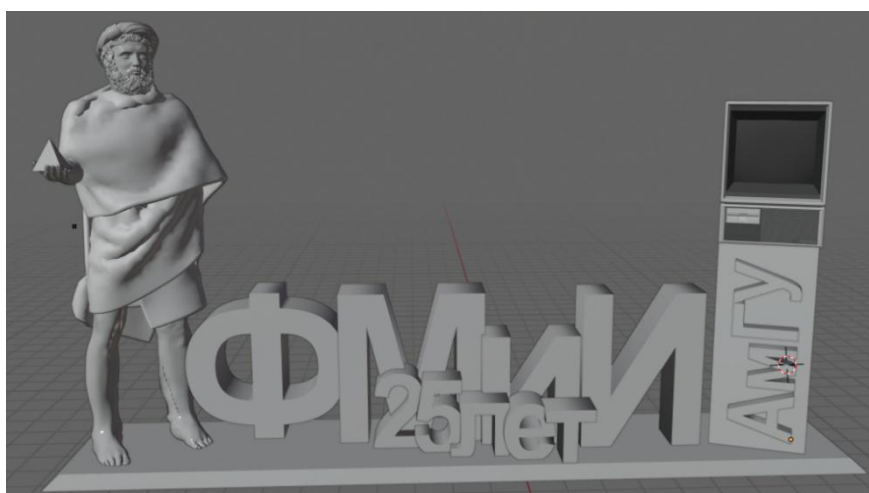


Рисунок 1 – Готовая модель в программе Blender



Рисунок 2 – Распечатанная модель на 3D-принтере

После распечатки описываемого объекта требовалось убрать специальные поддержки, созданные слайсером и артефакты, образованные при расплавлении пластика.

В заключении можно отметить, что моделирование и 3D-печать сегодня является общедоступной и малозатратной технологией для получения прототипа или иного изделия.

### **Библиографический список**

1. Прахов А. А. Самоучитель Blender 2.7. – СПб: Изд-во БХВ Петербург, 2016. – 400 с.
2. Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development. - Режимдоступа: [https://web.archive.org/web/20150407185109/http://sdu.ictp.it/3d/book/Low-cost\\_3D\\_printing\\_screen.pdf](https://web.archive.org/web/20150407185109/http://sdu.ictp.it/3d/book/Low-cost_3D_printing_screen.pdf)



## **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.**

**Технологии и средства механизации процессов. Строительство. Обработка конструкционных материалов**

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕКУПЕРАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Авняв М.А., Канунников А.В., студенты 1 курса магистратуры, факультет механизации сельского хозяйства

Научный руководитель: Кузнецов Е.Е., доктор технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
ji.tor@mail.ru

**Аннотация.** Применяемые на автомобильном транспорте электрические подогреватели имеют как массу достоинств, так и весьма существенные недостатки, в частности наличие постоянного источника энергии для работы. Решение данной задачи возможно путем создания подогревающего устройства с автономным рекуперативным источником питания на основе термоэлектрического элемента Пельтье и возможностью генерации электрического заряда для восполнения затраченной энергии. В статье приводится конструкция устройства, способствующего решению поставленной задачи, его режимные параметры и принципы работы.

**Ключевые слова:** автомобиль, рекуперация, термоэлектрический модуль, элемент Пельтье, подогрев, эффективность

Эксплуатация различных технических средств в зимнее время года вынуждает устанавливать на них дополнительные устройства подогрева как двигателя внутреннего сгорания, так и дополнительно-установленных агрегатов, для достижения более щадящих режимов использования[1]. При этом не всегда есть возможность подключить устройство подогрева к стандартной розетке и приходится использовать энергию аккумулятора или жидкостные подогреватели, что увеличивает себестоимость единицы работы.

Решение данной задачи возможно путем создания подогревающего устройства с автономным рекуперативным источником питания на основе термоэлектрического элемента Пельтье (рисунок 1) и возможностью генерации электрического заряда для восполнения затраченной энергии.

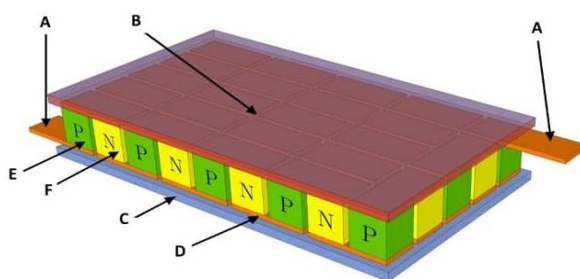
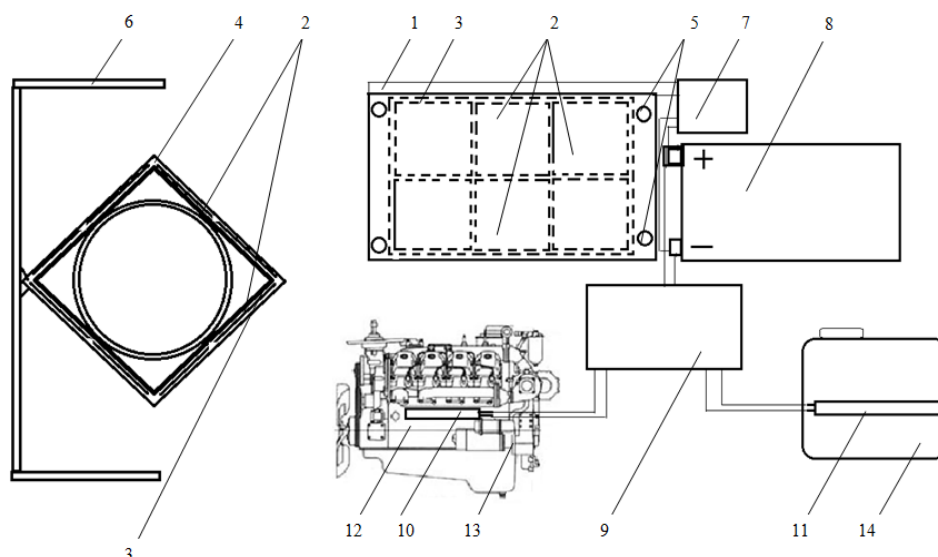


Рисунок 1-Устройство элемента Пельтье ( А-контакты для подключения к источнику питания, В-горячая поверхность, С-холодная сторона, D-медные проводники, E-полупроводник на основе p-перехода, F-полупроводник n-типа)

Конструкция данного устройства (рисунок 2) сформирована, на основании патентного поиска, патентная заявка для получения патента на интеллектуальную собственность направлена в ФИПС РФ, 12.03.2020 получено решение о выдаче патента на полезную модель.



Устройство работает следующим образом. При запуске и работе автомобиля происходит нагрев отработавшими газами двигателя выхлопной трубы глушителя и внутренней поверхности установочной муфты энергоблока 1 с закрепленными элементами Пельтье 2, охлаждение элементов Пельтье 2 производится внешней температурой и потоком воздуха, производящего обдув охладителя, имеющего вид тонкостенной алюминиевой трубы 4, при движении автомобиля, при этом электрическая энергия, вырабатываемая элементами Пельтье 2, проходя через преобразователь напряжения 7 поступает для зарядки тягового щелочного аккумулятора 8, что позволяет своевременно восполнять затрачиваемую энергию, и далее направляется контроллером 9 с таймером на один из электронагревательных элементов 10 или 11, выполняя работу по подогреву и поддержанию оптимальной температуры рабочих жидкостей дополнительных узлов и агрегатов автомобиля при эксплуатации методом передачи тепловой энергии и нагрева ёмкости 14 с рабочей жидкостью, или давая возможность провести стабильный запуск двигателя внутреннего сгорания при использовании в условиях низких температур путём предпускового разогрева блока цилиндров 12 двигателя 13.

При этом контроллер 8 при помощи программирования таймера способен осуществлять отбор электроэнергии от тягового щелочного аккумулятора 8 в зависимости от необходимости выполняемой работы и времени готовности автомобиля к эксплуатации. Наличие в предлагаемой схеме устройства преобразователя напряжения при входном напряжении 0,8 вольт, позволяет снять с его выхода фиксированное напряжение 3,3 или 5 вольт, или изменяемое от 1,8 до 5,5 вольт, что значительно превышает параметры действующего прототипа.

При отсутствии необходимости предварительного разогрева двигателя, подогрева и поддержания оптимальной температуры рабочих жидкостей водителем отключается контроллер 8 с таймером и энергоблок 1 работает на заряд тягового щелочного аккумулятора 8.

### Библиографический список

1. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017-272 с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ «GRIMME GL 34 KG»

Амурский А.Л., студент 4 курса бакалавриата,  
факультет механизации сельского хозяйства

Научный руководитель: Лонцева И.А., доцент кафедры транспортно-энергетических средств  
и механизация АПК

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
toly.2908@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены основные статистические данные по производству картофеля, показывающие, что есть резервы в повышении количества продукции. Несмотря на то, что машинно-тракторный парк обновляется, «слабые места» у техники всё же есть. От качества проведенных мероприятий, в частности посадки, зависит полученный урожай. Равномерное распределение клубней в рядке и отсутствие их травмирования – одно из основных качеств машины. Достичь этого предлагаем путем модернизации.

**Ключевые слова:** картофелеводство, картофелесажалка, высаживающий аппарат, урожайность

Амурская область обеспечивает картофелем не только себя, но и соседние регионы. А производством картофеля в больших объемах занимаются преимущественно крестьянско-фермерские хозяйства (рис.1), которым необходима современная и эффективная техника.

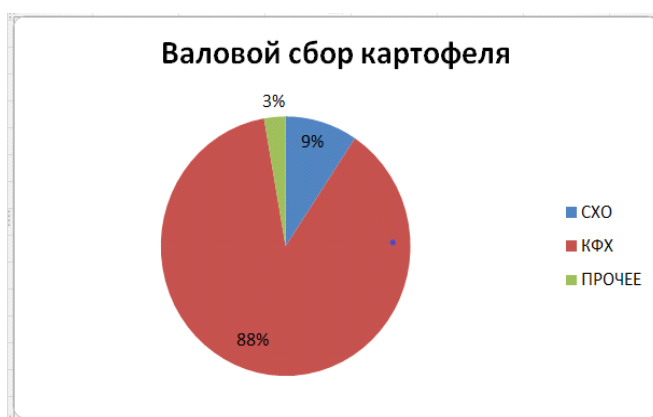


Рисунок 1- Распределение площадей картофеля по районам Амурской области по годам

В настоящее время в Амурской области картофель возделывается на площади 1074 га. Наибольшая площадь возделывания приходится на южные районы области: Тамбовский район (360 га), Белогорский район (200 га), Ивановский район (140 га). Средняя урожайность в целом по области за последние три года составила 136 ц/га. Средняя урожайность картофеля в России значительно выше и составляет 230 ц/га. Значительное отличие связано с большим количеством факторов, основными из которых считаются: природно-климатические условия, типы почв, технологии и техника.

Установлено, что для посадки картофеля в Амурской области фермеры отдают предпочтение четырёхрядным картофелесажалкам элеваторного типа с шириной междурядья 70-75 см. Их производительность по сравнению с 2-х и однорядными значительно выше, также они эффективны на полях с небольшой длиной гона. Для всей технологии выращивания картофеля можно использовать один трактор, который будет оптимально загружен на всех операциях, в том числе посадке.

Примером такой картофелесажалки, взятой нами за основу модернизации принята GRIMME GL. В результате наблюдений было установлено, что, несмотря на большую надежность машины и простоту в эксплуатации есть недостатки схожие с большинством машин такого типа, а именно – повреждение клубней высаживающими аппаратами и пропуски. На основании анализа предлагаем следующую конструкцию высаживающего аппарата картофелесажалки (рис.2).

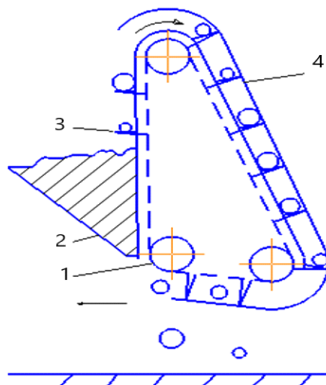


Рисунок 2 - Схема рабочего процесса модернизированной картофелесажалки: 1- звездочка; 2- бункер; 3- ложечки; 4- направляющий кожух.

Картофелесажалка с цепочно-ложечным высаживающим аппаратом работает следующим образом. При заполнении клубнями картофеля бункера 2, клубни поступают к тяговому элементу цепочно-ложечного высаживающего аппарата картофелесажалки и при включении ведущей звездочки 1, приводная роликовая длиннорычужковая цепь, каждое четвертое звено которой снабжено ложечкой 3, движется вверх. Ложечки 3 захватывают клубни и транспортируют их сначала вверх, а затем, после ведомой звездочки направляют клубни вниз и, когда зазор между торцами каждой очередной ложечки и низа направляющего кожуха 4 станет больше размера клубня, он скатывается с ложечки и падает через полость сошника на дно борозды.

Работа высевального аппарата при приводе от асинхронного ВОМ трактора, осуществляется подбором числа зубьев сменной звездочки при заданной густоте посадки и установлении рабочей скорости или установлении рабочей скорости посадки картофеля при заданных  $z_{см}$  и  $N$ , а при приводе от синхронного ВОМ подбором числа зубьев сменной звездочки при заданной густоте посадки или максимальной рабочей скоростью при установленной  $z_{см}$ . При работе на высоких скоростях не произойдет заклинивания клубней между соседней (догоняющей) ложечкой и кожухом.

Для устранения раскатывания предложен аппарат, который выбрасывал бы клубни с горизонтальной составляющей скорости, равной по абсолютному значению скорости движения агрегата, но противоположной по знаку. Высота падения клубней должна быть минимальной, для меньшего повреждения картофеля и с увеличенной эффективностью семенного материала в картофелепосадочной машине.

Качественная посадка картофеля с равномерным распределением в рядке, минимальным травмированием приведет к увеличению урожайности, а возможность работать на более высоких скоростях увеличит производительность машины.

#### **Библиографический список**

1. Никулин, А.В. Повышение качества посадки клубней картофеля с обоснование параметров цепочно-ложечного высаживающего аппарата: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / А.В. Никулин; Пензенская ГСХА– Пенза, 2012.- 20 с.
2. Лонцева, И. А. Средства механизации в сельскохозяйственном производстве : учебное пособие / И. А. Лонцева, Е. В. Панова. — Благовещенск : ДальГАУ, 2018. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137717>

## ПРОБЛЕМЫ ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ ПОЧВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Бессарабов А.А., студент 1 курса магистратуры,  
факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Бумбар И. В., д-р. техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет  
bessarabov13@gmail.com

**Аннотация.** Повышение урожайности сельскохозяйственных культур в Амурской области в значительной степени зависит от применения органических и твердых минеральных удобрений. Однако количество вносимых твердых минеральных удобрений под сою и зерновые культуры в Амурской области не соответствует агротехническим требованиям.

**Ключевые слова:** Твёрдые минеральные удобрения, известкование, норма внесения, баланс питательных веществ.

Минеральные удобрения отличаются особенностями физико-механических свойств (перемещение по поверхностям, их гигроскопичность, сопротивление перемещению в воздушном потоке и другие). Всё это необходимо учитывать в направлении совершенствования соблюдения нормы внесения удобрений и их распределение по поверхности почвы, в почве, относительно корневой системе растений.

Объемы производства каждого вида удобрений в России не изменяются уже многие годы. Азотные составляют 48% общей выработки, калийные – 34% и фосфорные – 18% [3].

В АПК Амурской области в 2018 году на 1 гектар посевов было внесено минеральных удобрений для кормовых культур 32 кг, для зерновых культур 28 кг, для сои 18 кг [1].

Существуют три технологии внесения удобрений: основное (предпосевное) внесение, припосевное (рядковое) внесение и послепосевное внесение (подкормки).

Для внесения основных доз удобрений в АПК Амурской области применяются агрегаты, как отечественного, так и импортного производства: GRACHPA-1000; РТТ-4,2; 1РМГ-4; КСА-3; РУМ-8; МВУ-30; ЗА-М; JMS-1000. Все эти машины (агрегаты) оборудованы центробежными туковысевающими аппаратами.

Важным фактором обеспечения необходимой кислотности почвы является её известкование. В этой работе нуждаются наиболее кислые почвы с pH менее 5. В наших условиях считается более эффективным поверхностное известкование небольшими дозами, что создает благоприятные условия для прорастания семян и начального роста растений, почва при этом обогащается кальцием.

Проведен анализ данных по внесению минеральных удобрений в условиях Амурской области в период с 2014-го года по 2018-ый (рисунок 1).

Удельный вес посевной площади, удобренной минеральными удобрениями, уменьшился с 80,0% (2017 г.) до 68,6% (2018 г). Размер всей посевной площади, где вносятся минеральные удобрения, в 2018 году по сравнению с 2017 годом уменьшился на 10,4%. Количество минеральных удобрений, внесённых под сельскохозяйственные культуры, в 2018 году по сравнению с 2017 годом уменьшилось на 17%. В 2018 году на 1 гектар посевов было внесено 21,7 кг минеральных удобрений в пересчёте на действующее вещество [2].

Недостатком поверхностного внесения минеральных удобрений является сложность соблюдения нормы внесения и равномерного распределения по поверхности почвы.

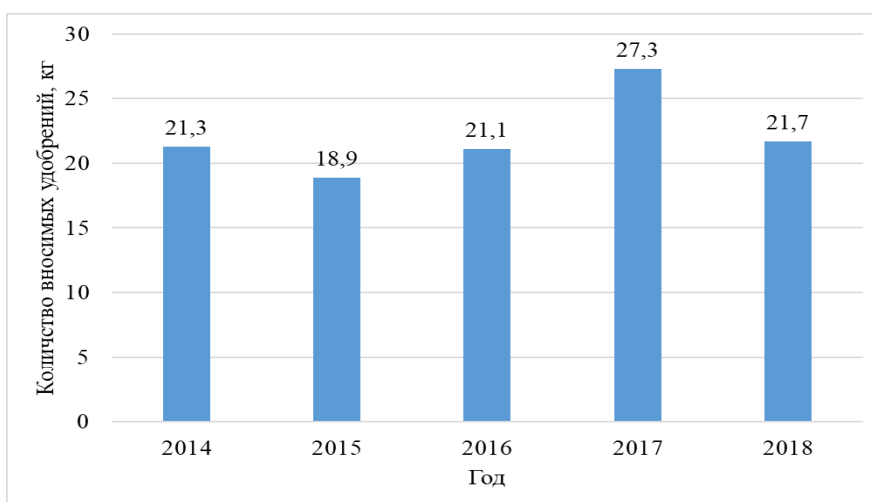


Рисунок 1 – Внесение минеральных удобрений на 1 га посевной площади в Амурской области

Изучив баланс питательных веществ в почвах Амурской области (рисунок 2), можно отметить, что вынос питательных веществ из почвы значительно выше, чем внесение [4].

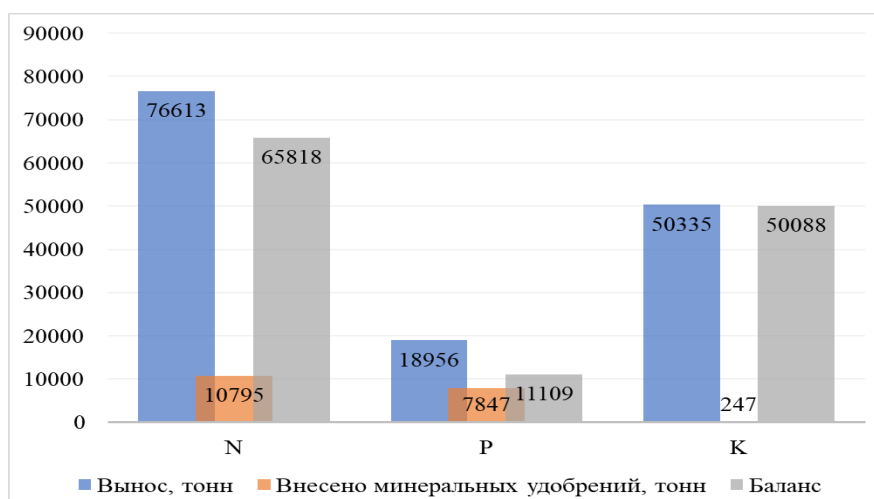


Рисунок 2 – Баланс питательных веществ в почвах Амурской области в 2018 году

В результате проведенного анализа были выявлены следующие проблемы:

1) Для получения урожая сои до 20 ц с га, а зерновых 40 ц с га, количество вносимых минеральных удобрений на 1 га посевной площади Амурской области должно быть увеличено в 2-2,5 раза.

2) Анализ поступления питательных веществ (N, P, K) и их вынос, характеризуются отрицательной тенденцией снижением плодородия почв Амурской области.

### Библиографический список

1. Амурский статистический ежегодник 2019: Статистический сборник / Амурстат. - Благовещенск, 2019. - 405с
2. Внесение удобрений за 2018 год в сельскохозяйственных организациях Амурской области: Статистический сборник/Амурстат-Благовещенск, 2019-21
3. Сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [электронный ресурс]. URL: <http://mcsx.ru>
4. Щегорец, О.В. Соеводство / О. В. Щегорец. - 2-е изд., перераб. и доп. - Благовещенск; [Краснознаменск]: [Парадиз], 2018. - 599 с.

## К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА УБОРКИ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ЖАТКИ

**Боровиков Н.Н., студент 1 курса магистратуры,  
факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Бумбар И. В., профессор, д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
nekit\_1997@inbox.ru

**Аннотация.** Целью данного исследования является оценка производительности и качества уборки сои в зависимости от ширины захвата жатки. Нами проводились исследования оценки качества работы жатвенной части комбайна Vector 410, имеющего жатку шириной захвата 7 м. Установлено, что потери за жаткой местами достигали 142 кг на 1 га.

**Ключевые слова:** соя, зерноуборочный комбайн, потери за жаткой

Дальний Восток – основная пригодная по климату территория для возделывания сои в России. По данным федеральной службы государственной статистики, за период 2017-2019 гг. посевные площади сои увеличились с 2636 тыс. га до 3039 тыс. га., а в Амурской области произошло уменьшение с 967 тыс. га до 920 тыс. га. Вместе с тем, по Программе развития АПК Амурской области требуется производить не менее 2000 тыс. т. сои.[3]

Наряду с зерновыми культурами как основными источниками белка, соя со средним его содержанием 38-40% заслуживает внимание по следующим причинам. При высоком содержании соевый белок имеет сравнительно хорошую усвояемость и особенно богат незаменимыми аминокислотами. Соевый белок широко используется непосредственно в питании людей как основная часть различных пищевых изделий. [1;2]

Сою начинают собирать в фазе полного созревания зерна, когда у растений опадут листья, бобы побуреют или приобретут свойственный сорту цвет, семена легко отделяются от створок и при встряхивании бобы "гремят", а их влажность снижается до 14-16%. При низкой температуре и влажном воздухе зерно загнивает, а в жаркие дни бобы растрескиваются, поэтому уборку нужно проводить в сжатые сроки.[4]

Для уборки сои используют зерноуборочные комбайны различных фирм, таких как JohnDeere, Class, NewHolland, Ростсельмаш и другие. Комбайны этих фирм обеспечивают хорошую производительность для уборки различных культур. Жатки данных комбайнов имеют ширину захвата от 5 до 9 метров.

Подача растительной массы в зерноуборочный комбайн определяется из выражения:

$$q = \frac{B \cdot V_k \cdot Q_p}{360}, \text{ кг/с} \quad (1)$$

где, B – ширина захвата жатки, м;  $V_k$  – скорость комбайна, км/ч;  $Q_p$  – вес растительной массы, поступающей в комбайн, ц/га [1].

Повышение подачи в зерноуборочный комбайн связано с шириной захвата и скоростью движения комбайна при постоянной средней урожайности сои до 20 ц/га. Исследуя работу комбайна Vector 410 на уборке сои установили, что основные потери происходят за жатвенной частью и молотилкой:

- 1) Бобы на стерне в стручках
- 2) Бобы в стручках на почве
- 3) Потери вымолоченными бобами [2]

Проведённые нами исследования оценки качества работы жатвенной части комбайна Vector 410 (рис. 1), имеющего жатку FloatStream с шириной захвата 7 м. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение потерь за жаткой зерноуборочного комбайна Vector 410

Площадь	Бобы, кг	Стручки, кг	Бобы на почве, кг
1 м <sup>2</sup>	0,0142	0,00573	0,00302
5 м <sup>2</sup>	0,071	0,02867	0,01512
1 га	142	57,3	30,2



Рисунок 1 – Зерноуборочный комбайн Vector 410 на уборке сои

Оценка потерь за жаткой комбайна осуществлялось путем накладывания рамки на 1 м<sup>2</sup> поля. После прохода 100 м. комбайна накладывалась рамка 10 раз по диагонали участка поля. Установлено, что потери за жаткой достигали до 142 кг на 1 га. В связи с этим, необходимо обосновать пределы ширины захвата жатки, при которой можно достигнуть существенного снижения потерь бобов сои.

### Библиографический список

1. Бумбар, И.В. Уборка сои: монография / И. В. Бумбар; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ ВПО Дальневосточный гос. аграрный ун-т. - Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2006. - 257 с.: ил.
2. Присяжная, И.М. Совершенствование процесса обмолота, сепарации и транспортирования для повышения качества семян при комбайновой уборке сои [Текст]: моногр. / И. М. Присяжная [и др.]. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. - 192 с.: рис., табл. - Библиогр. : с. 172
3. Сайт федеральной службы государственной статистики: [электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/>
4. Щегорев О. В. Соеводство. Монография. Второе переработанное и дополненное издание, - Краснознаменск: ООО «Типография Парадиз», 2018 – 600 с.

## ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ В ПОЛОСНЫХ ПОСЕВАХ

**Вайтехович Ю.А.**, младший научный сотрудник, аспирант 1 года обучения,  
факультет механизации сельского хозяйства;

**Осипов Я.А.**, старший научный сотрудник, к.т.н.;

**Епифанцев В.В.**, ведущий научный сотрудник, д.с.-х.н. профессор;

Научный руководитель: Бумбар И.В., д.т.н. профессор;

1. ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства»
2. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
yura\_16\_94@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено влияние щелования в суглинистых почвах, а также рассмотрено применение биопрепаратов для повышения урожайности сои в условиях Амурской области. Приведена таблица с результатами опыта, показывающая какое влияние щелование и биопрепараты оказывают на посевы сои. В результате опыта были определены технологические операции для предпосевной обработки почвы, а также определены агротехнические требования для рабочего органа «Блок щеловательный».

**Ключевые слова:** Щелование, полосовой посев, урожайность, соя

В 2019 году на базу ФГБНУ ДальНИИМЭСХ был проведен опыт по выявлению влияния щелования и биопрепаратов на урожайность сои в полосовых посевах.

Мы предположили, что полосная обработка влияет на условия для роста и развития сои. В суглинистых почвах преобладает повышенная влажность, поэтому для отвода излишней влаги необходимо проводить технологическую операцию щелование, так как оно способствует отводу влаги, что способствует лучшему развитию сои и как следствие повышению урожая. А сочетание этой обработки с применением биопрепаратов ранее не изучалось.

Щелование проводили - КН-4,0, глубина щелования 25 см. Посев проводили сеялкой - СЗМ-5,4. Опрыскивание посевов биопрепаратами проводили ручным опрыскивателем. Размер делянки: длина 15 м, ширина 5,4 м, площадь - 81 м<sup>2</sup>. Общая площадь под опытом 5736,8 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов 3-х кратная, размещение делянок рендомизированное. В таблице 1 приведены результаты опыта.

Таблица 1 – Влияние щелования и биопрепаратов на урожайность сои

Вариант	Число растений, тыс. шт./га	Число бобов на стебле, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
Контроль б/о	520	24	185,2	1,708
Щелование	560	22	183,73	1,835
Щелование +биопрепарат	520	26	186,1	1,957
НСР <sub>05</sub> , т/га				0,125

$F_{\phi} > F_{05}$ , по Тьюки  $H_0 : d = 0$ , ошибка  $S_d = 0,018$  т.  $НСР_{05} = 6,82\%$ .

В результате опыта выявлено, что щелование почвы на глубину 25 см, повышает урожайность сои на 0,127 т/га, а дополнительная 2-х кратная обработка биопрепаратами (Фитоспорин - М и Борогум Мо) дает прибавку урожайности на 0,249 т/га по сравнению с вариантом без обработки (контроль).

Щелование почвы следует проводить перед посевом основной культуры с последующей обработкой растений биопрепаратами (Фитоспорин - М и Борогум Мо).

На основании полученных результатов предлагается технология возделывания сои, предусматривающая её посев полосой 20 см, посев (подсев) мульчирующей культуры 40 см и междурядьем посевов сои 60 см. При этом в отличии, от существующих технологий в междурядья сои происходит посев мульчирующей культуры, которая периодически скашивается и в результате образуется слой, препятствующий прорастанию сорной растительности, сохранению влаги, восполнению питательных веществ в почве и поддержанию оптимальной температуры. Особенностью технологии также является то, что на следующий год посев сои осуществляется со смещением полосы на 20 см от полосы посева предыдущего года и происходит подсев мульчирующей культуры в полосу, освобожденную из под сои. Чтобы произвести посев сои в полосу занятую в предыдущем году мульчирующей культурой необходимо произвести подготовку почвы именно в этой зоне.

Подготовка почвы, должна включать следующие операции:

1. Щелевание - обеспечение отвода лишней влаги от семян [1].
2. Подрезание корневой системы мульчирующей культуры предыдущего года - угнетение корневой системы и создания благоприятных условий для прорастания семян сои.
3. Внесение дозы биологических удобрений на глубину 5-7 см. ниже уровня посева сои – обеспечение питательными веществами проростков сои в период начала формирования корневой системы.
4. Подрезание слоя мульчи на ширину полосы посева - отделение пласта от монолита мульчи и снижение усилия, необходимого для прохождения лап сеялки.

В таблице 2 приведены агротехнические требования к рабочему органу «Блок щелевательный»:

Таблица 2 - Агротехнические требования к рабочему органу «Блок щелевательный»

№	Параметр	
1	Глубина щелевания	25 см
2	Ширина щели	До 5 см
3	Ширина полосы обработки	27 см
4	Глубина культивации	До 12 см
5	Диаметр трубопровода	5 см
6	Ширина полосы внесения удобрений	15-20 см
7	Глубина внесения удобрений	5-7 см ниже уровня посева сои

Параметры разработаны с учетом агротехнических требований [2,3].

Таким образом, полевым экспериментом были установлены технологические операции, которые необходимо проводить перед посевом сои, также определены конструктивные параметры рабочего органа для щелевания с одновременным внесением удобрений («Блок щелевательный») на глубину для обеспечения благоприятных условий развитию растений сои.

#### **Библиографический список**

1. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Корнеев Г.В. и др. Растениеводство. [Текст].- Москва: Колос, 1997. – 448с.
2. Алабушев В.А., Алабушев А.В., Растениеводство: Учебное пособие / Под ред. В.А. Алабушева. – Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2001.-384 с.
3. Степанов Н.С., Костецкий И.И., Практикум по основам агрономии.-М.: Колос, 1981-240с., ил.-(Учебники и учеб. Пособия для высш. С.-х. учеб. завдений).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Канунников А.В., Авняв М.А., студенты 1 курса магистратуры,  
факультет механизации сельского хозяйства

Научный руководитель: Кузнецов Е.Е., доктор технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
ji.tor@mail.ru

**Аннотация.** Целью проводимого исследования является обеспечение эффективного запуска двигателя трактора в низкотемпературный период использования и увеличение срока эксплуатации аккумуляторных батарей в условиях Амурской области. В статье представлены результаты полевых испытаний теплоаккумулирующего демпфера для аккумуляторов. Установлено, что применения предлагаемых устройств повозит улучшить стартовый разряд при запуске двигателей трактора «Кировец» К-744 и увеличить сроки эксплуатации аккумуляторных батарей.

**Ключевые слова:** колёсный трактор, теплоаккумулирующий демпфер, аккумуляторные батареи, тепловой баланс, запуск двигателя, эффективность

Исследования показывают, что идеальным диапазоном температур для лучшей эффективности аккумуляторной батареи является температурный баланс от +5 до +30 °С. Учитывая, что температура окружающей среды самого холодного месяца – января падает до минус 24°С в южных и до минус 38°С в северных и северо-западных частях области, этот температурный период является «некомфортным» как для получения максимального стартового разряда, так и для стабильного и объёмного заряда в процессе работы системы электроснабжения, что влечёт ухудшение работоспособности аккумуляторных батарей и снижение их эксплуатационного срока [1].

Для решения поставленной задачи было предложено подогревающее устройство для секции аккумуляторных батарей, выполненное в виде ленточного нагревательного элемента, встроенного в теплоаккумулирующий демпфер, состоящий из теплоаккумулирующего пластикового модуля с наполнением из воска и дробленой фракции кварцевого стекла, температурного датчика (рисунок 1).



Рисунок 1- Рабочие моменты исследований

Предлагаемое устройство было изготовлено в двух вариантах: с применением нагревательного элемента шириной 25 мм и мощностью 60 Вт, и нагревательного элемента шириной 15 мм и мощностью 40 Вт. Испытания проводились в условиях реальной производственной эксплуатации трактора «Кировец» К-744 на транспортных работах в Октябрьском районе Амурской области. Испытываемое устройство показало следующие результаты, представлены в виде графиков в режиме нагрева (рисунок 2) и остывания (рисунок 3).

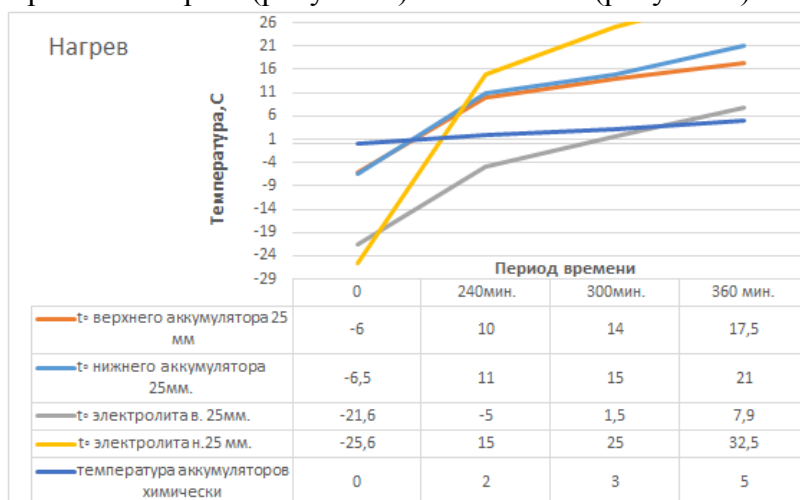


Рисунок 2-График нагрева аккумуляторов

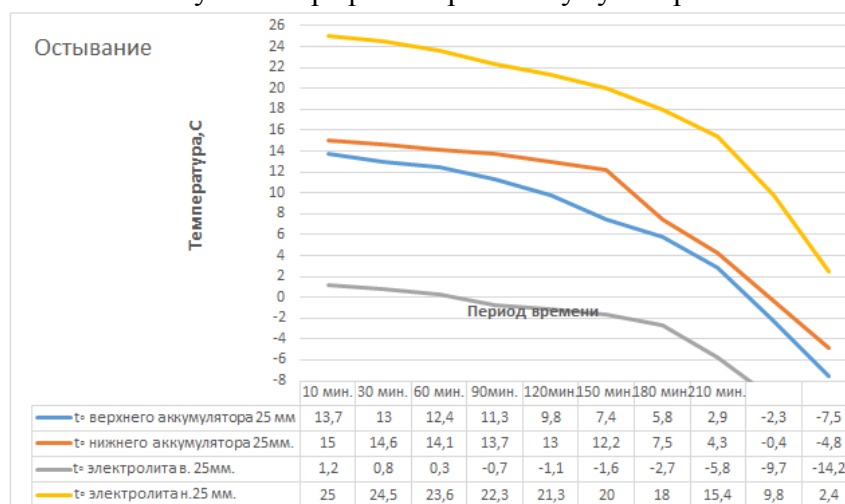


Рисунок 2-График остывания аккумуляторов

Учитывая, что конструктивно накопители электрической энергии (аккумуляторы) в аккумуляторном отсеке трактора расположены один над другим, устройство было размещено на верхней крышке нижнего аккумулятора. Таким образом, производился нагрев и поддержание температуры обоих аккумуляторов.

Полученные результаты показывают, что наиболее эффективным в режиме нагрева-остывание оказался теплоаккумулирующий демпфер с 25 –мм нагревательным элементом. В общем случае предложенное устройство показало достаточную эффективность и может быть рекомендовано к применению для адаптации трактора к использованию в зимний период.

### Библиографический список

1. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017.- 272 с.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ОРОШЕНИЯ В ЧАСТНОЙ КРУГЛОГODOВОЙ ТЕПЛИЦЕ «ФИТИЛЬНЫМ» МЕТОДОМ

Качур А.В., Лепеха С.В., Сауренко В.Ю., студенты 4 курса бакалавриата электроэнергетического факультета

Научный руководитель: Ижевский А.С., кан. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры электроприбора и автоматизации технологических процессов  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
greendusha9800@mail.com

**Аннотация.** Тепличный бизнес не теряет своей актуальности, а даже наоборот - в наше время все большую потребность в свежих овощах и фруктах испытывают не только крупные предприятия, но и торговцы рынков, торговые центры и продуктовые магазины. При этом открыть теплицу сейчас может практически любой человек. Имея несколько соток, акров или гектаров земли, многие занимаются выращиванием сельскохозяйственных культур. И не только для себя, но и в большинстве случаев на продажу [2, 4].

**Ключевые слова:** автоматическая циркуляция, водоснабжение, теплица.

Организм человека нуждается в витаминах. Одним из источников витаминов являются свежие овощи и фрукты. В Амурской области острая нехватка витаминов, поэтому население нуждается в овощах и фруктах постоянно. Но все мы знаем, что в зимний период времени цены на фрукты и овощи значительно выше, нежели в летний период. Поэтому тепличный бизнес достаточно прибыльное дело в нашем регионе [1].

Примерно месяц назад мы столкнулись с такой проблемой как регулярный полив комнатных растений во время длительного отсутствия. Когда нет возможности и не удобно просить соседей поливать ваши растения нужна альтернатива стандартному поливу.

Почитав несколько статей в интернете, мы нашли несколько новых для себя вариантах полива наших растений, а именно:

1. Вариант 1: Поливка для цветов во время отпуска «По колено в воде»
2. Вариант 2: Полив цветов в отсутствие хозяев «Дырявая бутылка»
3. Вариант 3: Способ «Сосуд с фитилями»
4. Вариант 4: «Полив с электроникой»
5. Вариант 5: «Водяной аккумулятор»

И многие подобные способы, немного отличающиеся от наших выбранных основных способов автоматического полива.

Основные требования к способу полива:

1. Продолжительность. (как минимум 10-ть дней без участия человека)
2. Минимум затрат.
3. Простота исполнения. (Чтобы выполнить подобное мог каждый)
4. Плодоносящие растения должны нормально плодоносить.
5. Удобство внесения удобрений.
6. Количество влаги должно быть оптимальным.

Просмотрев каждый из предложенных вариантов, мы выбрали для себя способ под названием «Сосуд с фитилями» [3].

Основными минусами данного метода были выявлены уже после сборки рабочего макета и тестирования его на протяжении 3-х недель. К недостаткам данной системы относятся:

1. Не все виды растений подходят для данного вида полива.
2. Достаточно трудоемко выставить фитиль на нужный уровень, чтобы обеспечить

правильную «дозу» для этого необходимы опыты и тесты.

### 3. Не самый презентабельный вид конструкции.

Мы начали проводить опыт. Собрав несколько вариантов простейших конструкций для данного способа, мы стали проводить эксперимент методом проб, наблюдений, ошибок и их решений. Принцип конструкции заключался в способности бинта, полиэстера и акрила белый высокообъемный, сказали, что синтетика накапливать гораздо больше влаги чем масса самого «фитиля». В качестве «фитиля» применяют верёвочки, капроновые шнуры, капроновые нити, шнурки, скрученные бинты, шерстяные нити разного диаметра, нарезанные примерно по 20 см., отлично подходят обычные хозяйственные капроновые шнуры до 2 мм. Некоторые делают «фитили» из отслуживших свой срок капроновых колготок, но по отзывам, такие «фитили» слишком хорошо проводят воду и субстрат замокает.

Для улучшения аэрации (насыщения воздухом) почвы при таком виде полива рекомендуют использовать специальные дренажные материалы, пенопласт, перлит, керамзит. Не рекомендуется использовать в качестве дренажа мох сфагнум, так как он сильно намокает, а при «фитильном» поливе это нежелательно [5]. Мы поместили растение в верхнюю ёмкость нашей конструкции, а в нижнюю часть заливаем воду. «Фитиль» находится одним концом в воде, а другим концом в земле, где наши растения. За счёт накопленной влаги «фитиль» увлажняет почву. В первом, случае мы поместили наш «фитиль» таким образом, бинт был поделён на 5-ть частей в верхней части и его концы торчали из-под земли.

Во-втором, случае мы поместили наш «фитиль» поделённым уже только на 3-и части и концы его оставались в земле.

В третьем, случае мы оставили бинт целым и оставили его конец в земле.

В первом, случае влажности было очень немного и верхний слой почвы примерно в 1 см был сухим. Во-втором, случае влажность была на достаточно хорошем уровне. В третьем, случае влажность была немного повышена, что на некоторые растения действовала бы губительно. Из чего мы сделали вывод что, для поддержания нормального уровня влажности необходимо проводить опыты индивидуально для разных конструкций. Это зависит от высоты от уровня воды до уровня корней, от высоты.

Мы выбрали оптимальный вариант для нашего проекта и начали делать макет. Протестировав наши ящики на водонепроницаемость, мы соединили их обычными медицинскими капельницами, загерметизировав всё очень хорошо.

Мы поставили один ящик выше другого на 10 см. И ещё выше была установлена ёмкость также на 20-ть см выше уровня платформы на которой стоит макет. За счёт того, что жидкость подчинялась закону капельного эффекта она шла с ёмкости в верхний ящик, а от него уже в нижний. Поэкспериментировав над влажностью и над путём жидкости, мы были удовлетворены результатами. После чего засыпали землю и посадили пробные 6-ть семян сои. На 3-е сутки 4-е из 6-ти семян уже торчали из-под земли.

На сегодняшний день наш план наблюдать за растениями, за их цветением и плодоношением, а также мы хотим подобрать нужный спектр освещения, чтобы улучшить их рост и скорость развития.

### Библиографический список

1. Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах / Э.А. Алиев — К.: Урожай, 2004. — 147 с.
2. Гидропоника // Газлифт— Гоголево. — М.: Советская энциклопедия, 1971. — (Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров ; 1969—1978, т. 6).
3. <https://pinterest.uk>
4. <https://parnik-teplitsa.ru/teplika-kruglyj-god-262>
5. <https://leplants.ru/tsvetovodstvo/vse-chto-nuzhno-znat-o-fitilnom-polive-komnatnyh-rasteniy/>

## РОТОРНЫЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ В АПК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Куцев А.В., студент магистратуры 1 года обучения ФМСХ**

Научный руководитель: Бумбар И.В., доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортно-энергетических средств и механизации АПК».

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Email: 28rus\_29@bk.ru

**Аннотация.** На уборке сельскохозяйственных культур в Амурской области применяются зерноуборочные комбайны имеющие различные молотильно-сепарирующее устройства (МСУ). В последние годы в хозяйствах все более широкое применение находят высокопроизводительные комбайны имеющие роторное МСУ Torum. Качество обмолота обеспечивается оригинальной конструкцией системы обмолота ARC (Advanced Rotor System).

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, роторное МСУ.

Уборка зерновых культур в Амурской области связана с периодом повышенного увлажнения растений, которое достигает 25-28%. Возделываемые сорта в этих условиях относятся к трудно обмолочиваемым. Систематическое обновление парка уборочной техники позволит аграриям своевременно провести уборочные работы и получить хорошее зерно различного назначения с минимальными потерями. В настоящее время сельхоз товаропроизводителям представлен широкий выбор разнообразных зерноуборочных комбайнов. В качестве критериев выбора могут быть использованы технические, технологические и экономические показатели. Одним из важнейших этапов выбора уборочных комбайнов является оценка показателей производительности (пропускной способности) зерноуборочного комбайна и ширины захвата жатки как при прямой, так и при раздельной уборке. Оценка возможной производительности и качества обмолота, сопряжена с перспективной оценкой урожайности зерновых, которые в Амурской области могут достигать 40 и более центнеров с гектара. На основании исследований [1] установлен комплексный показатель сравнительной эффективности комбайна с классическим МСУ и аксиально роторным молотильно-сепарирующей системой, на обмолоте пшеницы. Этот показатель у комбайна с аксиально роторной МСУ на 35-45% выше. Величина подачи в МСУ достигала 7-8 кг/с при этом дробление зерна пшеницы не превышало 0,7%, а недомолот находился в пределах 0,2-0,3%. Такие показатели были достигнуты благодаря мягкому воздействию элементов ротора на растительную массу между барабаном и подбарабаньем, что исключает предельные динамические нагрузки на зерно, при которых оно могло быть подвергнуто дроблению.

Этим условиям отвечает МСУ зерноуборочного комбайна Torum, представленное на рисунке 1. На уборочный период 2020 года составлена методика исследований комбайна Torum для оценки эффективности обмолота зерновых в ООО «Амурагрокомплекс»

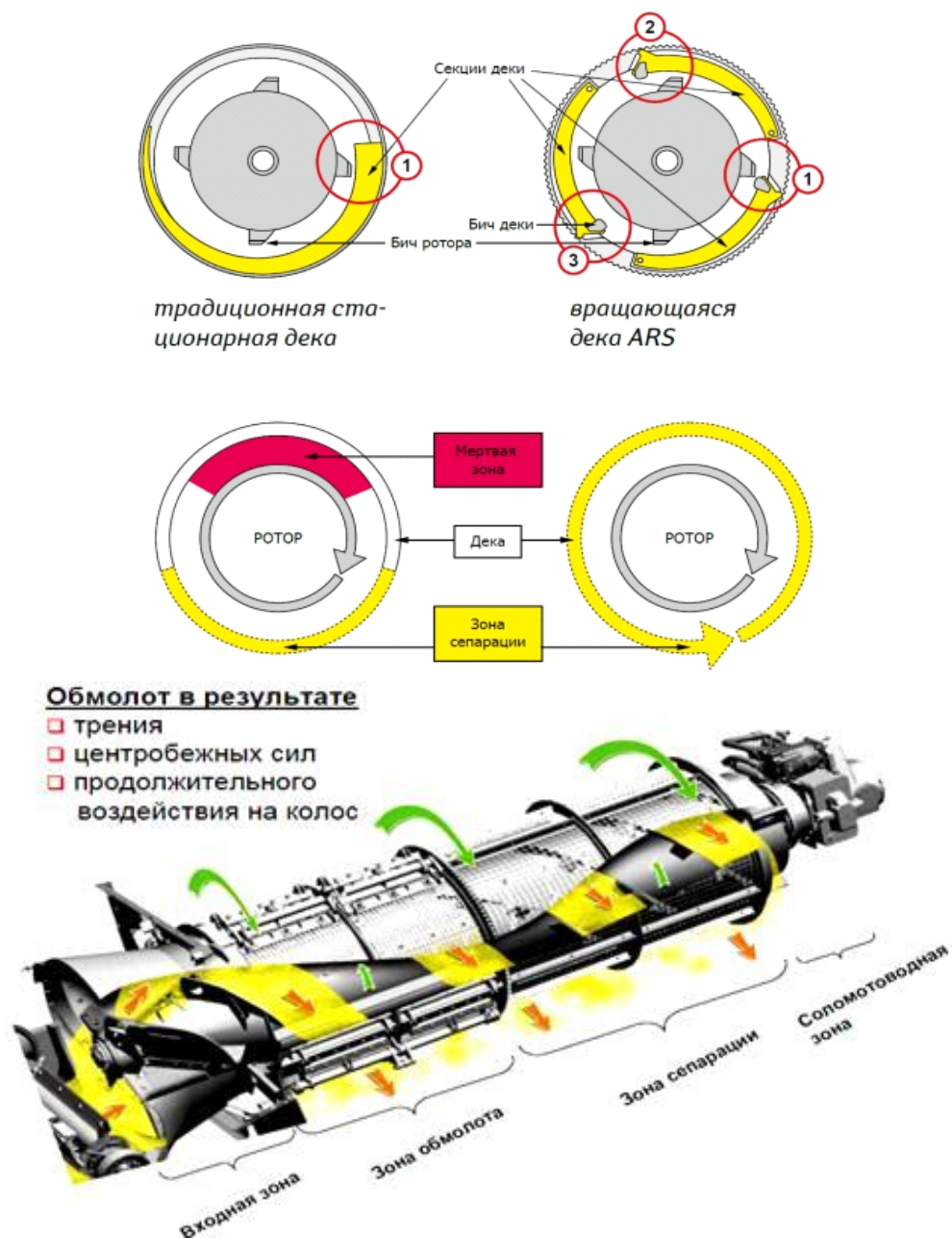


Рисунок 1 - МСУ зерноуборочного комбайна Torum

### Библиографический список

1. Бердышев В.Е. Обоснование параметров рабочих органов молотилки зерноуборочного комбайна с аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системой. Дис... докт. техн. наук.- Москва 2014.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЧЁСУ СОИ РАЗЛИЧНЫМИ ГРЕБЕНКАМИ

Мазнев Д.С., научный сотрудник;  
Мазур В.В., младший научный сотрудник  
ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский  
институт механизации сельского хозяйства»  
maznev84@inbox.ru

**Аннотация.** В статье представлено описание лабораторной установки для исследования очеса сои тремя формами гребенок. Описана методика проведения.

**Ключевые слова:** соя, очес, гребенка.

В целях исследования очеса растений сои тремя формами гребенок (рисунок 1) будут проведены исследования на лабораторной установке (рисунок 2).

По результатам проведения полевых опытов в 2019 году была выбрана треугольная гребенка, которая хорошо зарекомендовала себя, показав 100%-й очес, однако в ней происходило защемление и отрыв стеблей у основания зубьев гребенки. Для устранения данного недостатка необходимо:

Для гребенки №1: Рассверлить отверстие у основания паза  $D=15$  мм; обеспечить ширину паза у основания зубьев 9 мм.

Данная гребенка будет являться базовой для сравнения с последующими гребенками (качество очеса, потери, углы сектора очеса).

Для гребенки №2: Конструкция аналогична гребенке №1, но концы зубьев гребенки загнуты под  $90^\circ$  относительно радиуса от оси вращения барабана.

Данная гребенка будет использована для оптимизации угла входа в стеблестой для снижения потерь. Определяем качество очеса, потери, углы сектора разлёта очесанных бобов и зёрен. Фиксируем траекторию полета и удержание очесанных бобов и зерна центробежной силой на зубьях гребенки.

Сравним траекторию полета бобов и зёрен с гребенки №1 и №2.

Для гребенки №3: Профиль гребенки аналогичен 1 и 2, ширина зуба увеличивается в 2 раза, загиб гребенки осуществляется по логарифмической спирали. Определяем качество очеса, потери, углы сектора разлёта очесанных бобов и зёрен, фиксируем траекторию полета.

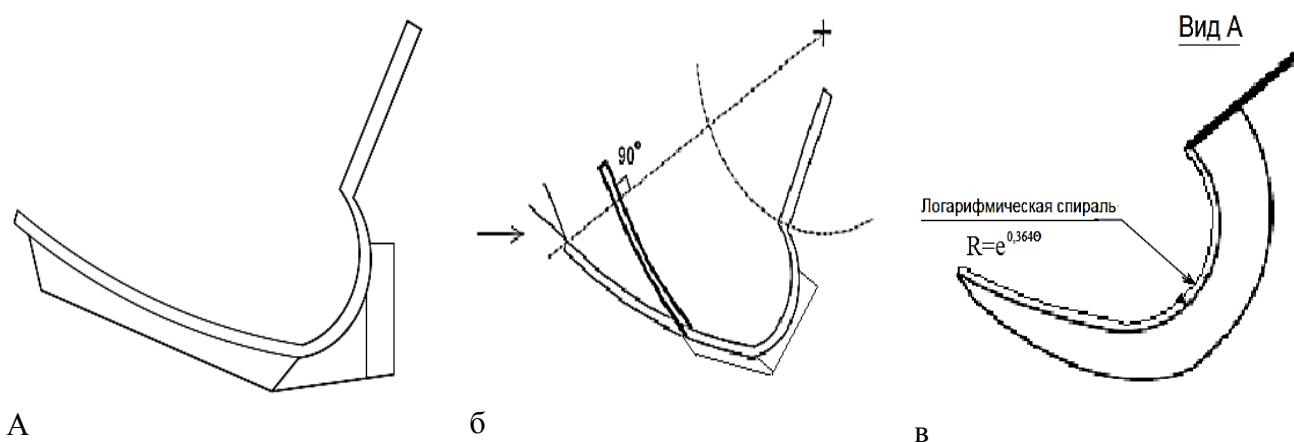


Рисунок 1 – Формы очесывающих гребенок

(а) треугольная форма гребенки с расширенным пазом и отверстием; (б) с параллельным зубом, с изгибом конца зуба по касательной к окружности; (в) широкий зуб с логарифмической спиралью

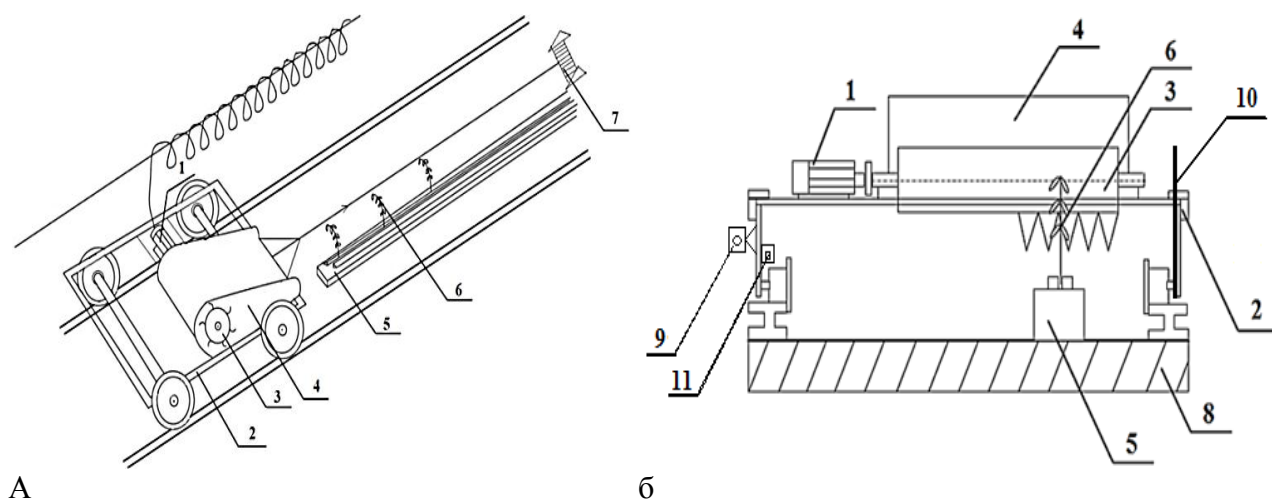


Рисунок 2 –Лабораторная установка для очёса растений сои

(а) Вид сверху; (б) Вид спереди

1 – электродвигатель; 2 – тележка; 3 – очёсывающий барабан; 4 – жатка; 5 – зажимное устройство; 6 – растения сои; 7 – лебедка; 8 – почвенный канал; 9 – видеокамера; 10 – масштабная сетка; 11 – дополнительный светильник

Очёсывающая жатка образца 2019 года 4 будет установлена на тележку 2, на почвенном канале 8. Привод очёсывающего барабана осуществляется электродвигателем 1, мощностью 3000Вт, обороты 350, 650, 950об./мин., выбраны по результатам опытов 2018 - 2019 г. [1] и по результатам исследований других авторов [2], будут изменяться с помощью частотного преобразователя. Скорость тележки составляет 1 м/с. Растения сои закрепляются вертикально на специальном блоке длиной 4 метра с помощью деревянных брусков и саморезов с интервалом 5см. Влажность зерна сои 10 - 12%. Между гребенками и блоком обеспечивается зазор 200 мм. Блок имеет 6 ножек - прутков, которые забиваются в почву канала, обеспечивая необходимую высоту расположения растений относительно зубьев гребёнок. Тележка с очёсывающей жаткой протягивается с помощью лебедки 7 над закрепленными растениями сои 6. Процесс очёса фиксируется с помощью скоростной видеокамеры 240 кад./сек на фоне масштабной сетки, установленной на экране 1000x1000 мм внутри корпуса лабораторной установки. На масштабной сетке размеры клеток составляют 50x50 мм, дополнительно на масштабную сетку наносятся лучи с промежутками в  $10^0$ . При недостаточной освещенности внутри корпуса (со стороны видеокамеры), будут установлены дополнительные осветительные элементы.

По результатам лабораторных исследований будут выбраны 2 типа гребенок, показавших наилучший результат, и определена траектория разлета семян и бобов сои, позволяющая спроектировать и определить место установки улавливающего устройства со шнеком.

### Библиографический список

1. Сахаров В.А., Кувшинов А.А., Мазнев Д.С., Панасюк А.Н. Влияние режимных параметров работы очёсывающего устройства на качество очёса / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. - №6. – С. 155 – 159.
2. Алдошин Н.В., Лылин Н.В., Мосяков М.А. Уборка зернобобовых культур методом очёса. – Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – С. 67 – 74.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РЕШЕТЧАТОЙ БАЛКЕ СБОРНОГО ПОКРЫТИЯ

Мириков А.В., студент 3 курса бакалавриата, факультет строительства и природообустройства

Научный руководитель: Ижендеев А.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
amur28rus08@gmail.com

**Аннотация:** объект исследования – железобетонная решетчатая балка сборного покрытия; цель исследования – вычисление усилий в железобетонной решетчатой балке сборного покрытия; исследование ограничено только первой стадией напряженно-деформированного состояния железобетонного элемента; приводятся три варианта расчетной схемы балки, описанные в литературе; на основе моделирования методом конечных элементов делается вывод о том, что напряженное состояние решетчатой балки согласуется с технической теорией изгиба стержня (имеется нейтральный слой; нормальное напряжение изменяется по высоте поперечного сечения балки, в том числе – по высоте поясов).

**Ключевые слова:** решетчатая балка, железобетон, расчетная схема.

В данной работе объектом исследования является железобетонная решетчатая балка сборного покрытия по серии 1.462.1-3/89 «Железобетонные стропильные решетчатые балки для покрытий одноэтажных зданий» (выпуск 0 «Материалы для проектирования»), изображенная на рисунке 1.

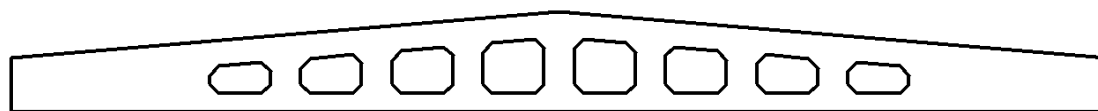


Рисунок 1 – Решетчатая балка

Цель исследования – вычисление усилий в железобетонной решетчатой балке сборного покрытия.

Ограничим наши исследования только первой стадией напряженно-деформированного состояния железобетонного элемента.

Напомним, что первая стадия – до появления трещин в бетоне растянутой зоны, когда напряжения в бетоне меньше временного сопротивления растяжению и растягивающие усилия воспринимаются арматурой и бетоном совместно [1, с. 77].

На этой стадии при малых нагрузках на элемент напряжения в бетоне и арматуре невелики, деформации носят преимущественно упругий характер; зависимость между напряжениями и деформациями – линейная, эпюры нормальных напряжений в бетоне сжатой и растянутой зон сечения – треугольные [1, с. 77-78].

Именно такое состояние мы будем предполагать в нашей работе.

В источниках информации, попавших в обзор литературы, были обнаружены разные подходы к вычислению усилий в железобетонной решетчатой балке покрытия. Согласно одному из этих подходов (назовем его первым) балки покрытия рассчитывают как свободно лежащие [1, с. 412]. Фактически работа этой конструкции моделируется простой балкой, то есть однопролетной балкой, имеющей по концам соответственно одну цилиндрическую неподвижную опору и одну цилиндрическую подвижную в направлении оси балки [3, с. 13]. Такой же подход принят в работе [2], где приведен пример расчета решетчатой балки. В серии 1.462.1-

3/89 работа решетчатой балки моделируется системой жестких тел (вставок, узлов) и стержней. Этот подход назовем вторым.

Определение усилий в элементах решетчатой балки по упомянутой серии производится по граням жестких вставок на основе данной расчетной схемы, представляющую собой статически неопределимую систему с жесткими узлами.

Очевидно, что работа решетчатой балки может моделироваться системой пластинчатых конечных элементов (назовем это третьим подходом).

Третий подход более адекватно моделирует работу решетчатой балки, так как не налагает таких геометрических допущений, как гипотеза плоских сечений, наличие жестких тел.

В рамках третьего подхода нами произведен статический расчет решетчатой балки в программном комплексе Лира-САПР. Работа решетчатой балки моделируется универсальными четырехугольными и треугольными конечными элементами оболочки – КЭ 44 и 42. На рисунке 2 показано изополе напряжений по  $N_x$ .

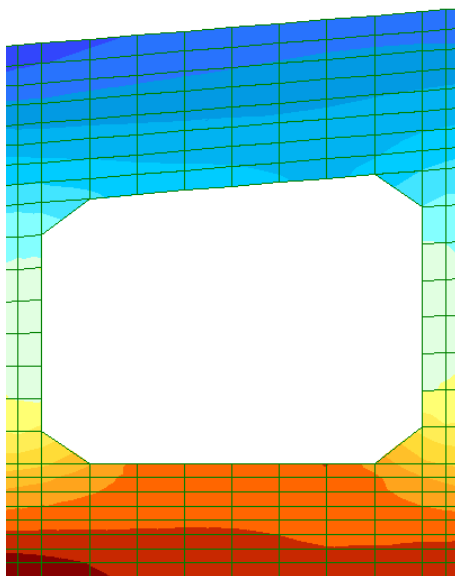


Рисунок 2 – Фрагмент изополя напряжений по  $N_x$

Рассмотрение этого изополя показывает: наличие нейтрального слоя; нормальное напряжение изменяется по высоте сечения, в том числе – по высоте поясов.

Вывод: напряженное состояние решетчатой балки согласуется с технической теорией изгиба стержня; первый из рассмотренных ранее подходов к определению такого состояния вполне приемлем.

### Библиографический список

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции : общий курс : учеб. для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – Москва : Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Заикин, А. И. Железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий / А. И. Заикин. – Москва : АСВ, 2007. – 270 с.
3. Строительная механика. Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 82. – Москва : Наука, 1969. – 48 с.

УДК 629.11.42(571.61)

## К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Петров С.В., студент 1 курса магистратуры,  
факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Бумбар И.В., д-р техн. наук, профессор кафедры «Транспортно-энергетических средств и механизации АПК»

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Email: 19970310.97@mail.ru

**Аннотация.** Уборка зерновых, сои и кукурузы в Амурской области осуществляется комбайнами, имеющими как колесный, так и гусеничный ходовой аппарат.

В работе рассматриваются преимущества выполнения технологического процесса уборки на переувлажненных почвах комбайном, имеющим гусеницы.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, гусеничный ходовой аппарат.

В этом исследовании представлены теоретические обоснования работы комбайна, а так же дана краткая техническая характеристика современной машины «Вектор 450 Track».

Более 60 лет в АПК Амурской области находят применение. Самоходные гусеничные комбайны, выпуск которых начался на заводе «Дальсельмаш» (г. Биробиджан).

В последние годы в качестве ходового аппарата для зерноуборочных комбайнов применяются резинокапроновые гусеницы, они имеют большую эксплуатационную надежность по сравнению с ранее применявшимися металлическими гусеницами.

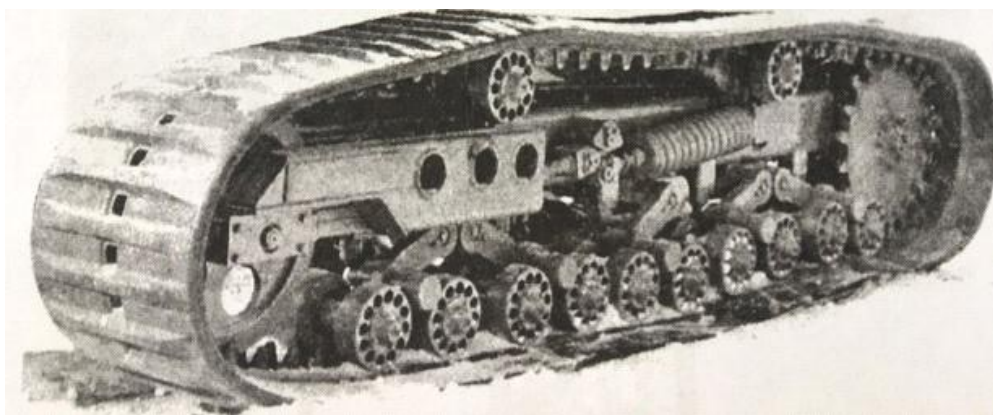


Рисунок 1 – Резиноармированная гусеница



Рисунок 2 – Металлическая ходовая часть

Вопросы исследования гусеничного движителя уборочных машин представлены во многих работах, в том числе в работах [1,2].

Основная гипотеза применения гусеничного ходового аппарата на комбайне связана с переувлажнением почвы и удельным давлением на неё. В результате взаимодействия гусеничного движителя с почвой, она подвержена деформации значительно меньше, чем колесным ходовым аппаратом. В связи с этим сопротивление движению как колёса так и гусеницы определяется в значительной мере величиной деформации почвы, которая зависит от её состояния, а так же давления на почву, определяемой величиной опорной поверхности колеса и гусеницы.

Сила сопротивления движению этих ходовых аппаратов можно определить из выражения: (1)

где  $G$  – вес комбайна, кг;

$h$  – глубина колеи, м;

$L$  – длина опорной поверхности движителя, м.

Из выражения (1) видно, что сила в значительной степени зависит от величины опорной поверхности ходового аппарата, которая у гусениц значительно больше, чем у колеса. Важно отметить, что колёсный ходовой аппарат в большей мере уплотняет почву, которая в таком состоянии снижает урожай сельскохозяйственных культур и требует её дополнительной энергозатратной обработки.

В период переувлажнения 2019 года АПК Амурской области не смогли убрать около 250 тыс. га. Одна из причин такого явления это неспособность работы (производить уборку) колесными комбайнами, которых в общей численности более 70%.

В связи с этим необходимо приобретать больше комбайнов на гусеничном ходу, особенно таких как «Vector - 450 Track» завода Ростсельмаш.

Краткая техническая характеристика комбайна представлена в таблице 1

Таблица 1- Техническая характеристика

Производительность за 1 час основ. времени, т/час	10
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	187,5(255)
Ширина захвата жаткой, м	7,9
Ширина молотилки, мм	1200
Рабочая скорость, км/ч до	12
Масса с жаткой шириной захвата бм, кг	16810
Вместимость бункера,	5
Емкость топливного бака, л	750
Ходовая часть	Гусеницы армированные резинометаллические

### Библиографический список

1. Емельянов А.М. Гусеничные зерноуборочные комбайны (основы теории и конструктивно-технологические устройства): монография / А.М.Емельянов [и др.] – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 285 с.
2. Воронин В.А. Теоретические основы процесса деформации переувлажненных почв гусеницами уборочных машин: Воронин В.А., Буракова С.А.- Благовещенск: БСХИ, 1974 -84с.

## ДИСПЕРСИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА

**Ус С.С., Щитков А.Н., студенты 4 курса бакалавриата,  
факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Кузнецов Е.Е., доктор технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
ji.tor@mail.ru

**Аннотация.** Частым явлением при работе транспортного агрегата в полевых условиях является эффект буксования колёсных движителей. Для его уменьшения и увеличения тягово-сцепных свойств транспортного агрегата на базе машинно-тракторного агрегата (МТА) предложена конструкция тросового корректора. В статье приводятся результаты дисперсионно-статистического анализа опорных реакций экспериментального транспортного агрегата, которые подтверждают гипотезу об увеличении его тягового усилия, скоростных характеристик и эффективности.

**Ключевые слова:** колёсный трактор, агрегат, перераспределение, проходимость, эффективность

Учитывая, что повышение скоростей выполнения сельскохозяйственных операций и увеличение тягового усилия транспортного агрегата являются наиболее важными критериями эффективности [1], была предложена конструкция устройства- тросового корректора, предназначенного для улучшения этих параметров [2,3]. Современной методикой теоретических и экспериментальных исследований предусмотрено проведение дисперсионно-статистического анализа, в рамках которого был получен результаты силовых реакций при работе предложенного устройства, установленного в ходовой системе.

При проведении математического анализа была использована авторская программа для ЭВМ «Определение силовых параметров при работе тросового корректора машинно-тракторного агрегата», исполненная в языке программирования «Python». Результаты перераспределения по осям трактора и прицепа в зависимости от основных взаимодействующих параметров приведены в виде таблицы на рисунке 1 и в виде графика на рисунке 2.

<b>Результаты математического анализа</b>			
Уп	Уз	У1	У2
20519,07748	32172,4814	20448,24412	32828,30128
21099,50299	35103,55692	18639,52542	33670,52295
21659,51134	38149,02084	16853,80542	34495,07515
22196,09267	41304,12925	15095,00139	35299,21167
22706,28143	44563,84909	13366,98646	36080,22247
23187,16276	47922,86566	11673,58288	36835,4391
23635,87887	51375,59079	10018,55517	37562,24007
24049,63529	54916,17145	8405,603537	38258,05607
24425,70697	58538,4989	6838,357296	38920,37517
24761,44437	62236,21829	5320,368405	39546,74793

Рисунок 1- Результаты математических расчётов

**Нагрузка в точках Y<sub>3</sub>, Y<sub>1</sub> и Y<sub>2</sub> в зависимости от высоты подъёма навески**

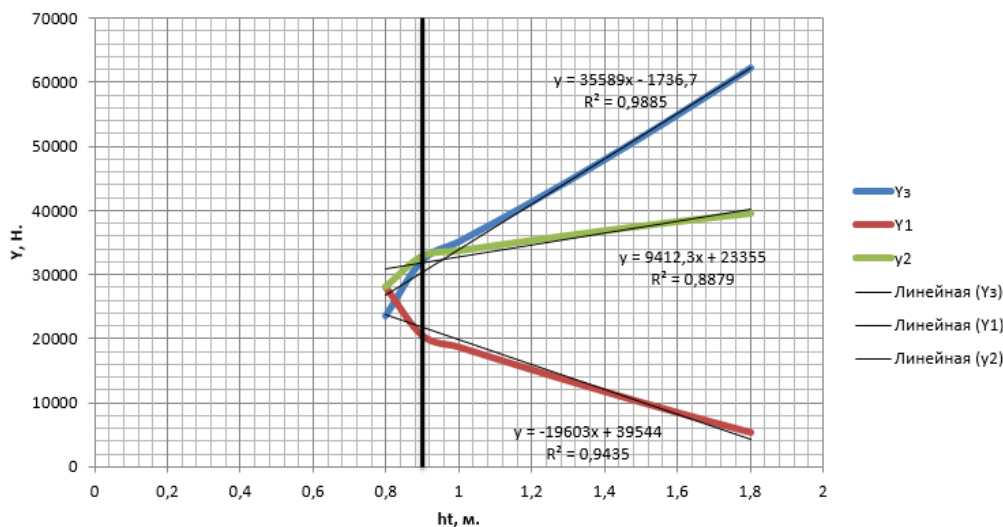


Рисунок 2-Результаты теоретических исследований перераспределения по осям агрегата в зависимости от высота подъёма навески трактора при работе корректора

Полученные данные показывают, что при работе тросового корректора происходит перераспределение сцепного веса с передней оси прицепа Y<sub>1</sub> на задний мост трактора Y<sub>3</sub> и заднюю ось прицепа Y<sub>2</sub>, что позволяет снизить буксование ведущего моста трактора, увеличить его тяговое усилие, рабочую скорость и эффективность при использовании.

Использование данного изобретения, обладающего высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации, в конструкции транспортного агрегата также позволит увеличить проходимость, повысит безопасность эксплуатации и производительность колёсных тракторов в составе транспортного агрегата при движении по скользкой дороге, бездорожью, грунтам с низкой несущей способностью или наличии подстилающего мерзлотного слоя, что приведёт к экономии энергетических затрат и увеличит экономический эффект от его применения в сельском хозяйстве.

### Библиографический список

1. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017.- 312 с.
2. Тросовый корректор машинно-тракторного агрегата /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е.// Пат. на полезную модель № 164092 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. заявл. 11.12.2015, зарегистрирована 11.12.2015, 20.08.2016 Бюл. № 23.10 с.
3. Ус, С.С. Способ повышения эффективности машинно-тракторного агрегата, Материалы XX региональной научно-практической конференции Молодежь XXI века: шаг в будущее, Благовещенск – 2019 – С. 272-273.

## ОБОСНОВАНИЕ ОБЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОЛУЧЕНИЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМ И ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Школьникова М.А, студент 1 курса магистратуры,  
факультет строительства и природообустройства**

Научный руководитель: Туров А.И., канд. техн. наук, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

bma383@mail.ru

**Аннотация.** Обоснованы общие подходы, позволяющие получить гомогенную систему заданного качества и на её основе формованные изделия. Получена аналитическая модель технико-экономической оценки при сравнительном анализе инновационного и базового варианта по критерию энергоёмкости. Разработана аппаратная схема линии по производству формованных изделий на основе гомогенных систем. Предложены возможные варианты схем получения изделий различной конфигурации и ассортимента.

**Ключевые слова:** подход, реологические характеристики, гомогенная система, сырьё, формованные изделия, технолого-техническая система, работа, энергоёмкость.

Строительная отрасль народного хозяйства РФ характеризуются необходимостью постоянной обработки исходного сырья, которое обладает как общими, так и специфическими свойствами и показателями. К общим свойствам относят прежде всего структурно-механические характеристики (СМХ), т.е. реологические показатели, среди которых, для влажных гомогенных и гетерогенных систем выделяют предельное напряжение сдвига ( $\text{Па}$ ), вязкость ( $\text{Па}\cdot\text{с}$ ), адгезию ( $\text{Па}$ ) и ряд других [1, 2]. Исходя из размерности, данные характеристики связаны с внешними факторами в виде давления и силового воздействия на обрабатываемое и перерабатываемое сырьё в течение определенного времени, а также геометрических характеристик в виде объёма или поперечного сечения обрабатываемой продуктовой дискретной или потоковой системы.

Таким образом, изначально обрабатываемая материальная потоковая система имеет свои исходные реологические характеристики, которые в пространстве и времени трансформируются в конечные, так называемые заданные, обуславливающие в итоге, качество производимых (формуемых) изделий, что не всегда или не в полной мере, учитывается при разработке соответствующих технологий и технических средств.

В этой связи, целью исследований является обоснование общих подходов к разработке технолого-технических систем (ТТС) для получения гомогенных систем и формованных изделий на их основе для печати зданий на 3D-принтере.

Задачи исследований:

- 1) обосновать общий подход к получению аналитической модели технико-экономической оценки ТТС с учётом качества её функционирования;
- 2) с учётом принятого подхода разработать технологическую схему производства формованных изделий на основе гомогенных систем, полученных путём композиционирования исходного сырья.

Процесс непрерывного получения гомогенных систем на основе моно- или поликомпонентного исходного сырья с помощью ТТС можно представить как трансформирующуюся в пространстве и времени по форме и содержанию потоковую систему сходящегося типа.

В этой связи, разработка технологий и технических средств для получения гомогенных систем и, на их основе формованных изделий различного назначения сводится к выбору рациональных способов подготовки исходного сырья с последующим корректным композициони-

рованием сред с различными СМХ и физико-механическими показателями, а также воздействием на полученную композицию рабочими органами ТТС, имеющей оптимальные конструктивно-режимные параметры (КРП).

В свою очередь, значения данных КРП обуславливают величину одного из основных технико-экономических показателей (ТЭП) технических систем получения гомогенных систем и, на их основе, формованных изделий, отвечающих требованиям потребителя по качеству и ассортименту – энергоёмкость ТТС.

При этом, одним из основных подходов к обоснованию параметров ТТС, работающих по схеме «напор – расход» является принцип взаимности работ [3]

$$A = F \cdot h = P \cdot V, \quad (1)$$

где  $A$  – работа, кДж;

$F$  – сила, Н;

$h$  – перемещение, м;

$P$  – давление, Па;

$V$  – объём, м<sup>3</sup>.

В то же время, работа, выполненная за одну секунду, есть ни что иное, как мощность –  $N$ , кВт, которая определяется по следующим зависимостям

$$N = F \cdot v, \quad (2)$$

$$N = P \cdot Q, \quad (3)$$

где  $v$  – скорость перемещения, м/с;

$Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с.

В свою очередь, расход или производительность ТТС получения гомогенной системы, определяется через приведенные выше реологические характеристики, как

$$Q = 0,0942d_k^3 \cdot \zeta / \varphi_v, \quad (4)$$

где  $d_k$  – диаметр в поперечном сечении формующей матрицы, м;

$\zeta$  – предельное напряжение сдвига, Па;

$\varphi_v$  – вязкость, Па·с.

Переходя к такому критерию оценки ТТС как энергоёмкость, имеем, что

$$N_3 = 100N / (Q \cdot \theta), \quad (5)$$

где  $\theta$  – однородность гомогенной системы, %.

Функциональную зависимость (5) можно принять в качестве аналитической модели технико-экономической оценки ТТС.

Как показывает анализ данной модели, она позволяет учесть, при сравнительной оценке базовой и предлагаемой ТТС, качество её работы, через показатель однородности гомогенной системы  $\theta$ , %, характеризующийся значениями таких СМХ, как  $\zeta$  и  $\varphi_v$ . При этом, соотношение  $\zeta / \varphi_v$  есть ни что иное, как скорость сдвига,  $\dot{\gamma}$ , с<sup>-1</sup>.

Предложена линия по производству формованных изделий из строительных растворов для печати формованных изделий на строительном 3D-принтере.

Заключение. На основании принятых и обоснованных подходов, учитывающих СМХ материальной потоковой системы в виде гомогенизированного продукта, а также энергетический принцип о взаимности работ, получена аналитическая модель технико-экономической оценки предложенной ТТС в сравнении с традиционной, принятой за базовую. Разработана инновационная ТТС с возможными вариантами схем получения формованных изделий.

#### Библиографический список

1. Эйрих Ф.Р. Реология (теория и приложение) / Ф.Р. Эйрих – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – 824 с.
2. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / П.А. Ребиндер – М.: Наука, 1970. – 492 с.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев – М.: Наука, 1967–552с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИКАТЫВАЮЩИХ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

**Шубин А.С., аспирант 1 курса, Яшков Е.А., студент 1 курса магистратуры,  
факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Щитов С.В., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации агропромышленного комплекса ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
toxa\_the\_best@bk.ru

**Аннотация.** Одним из важных агротехнических приёмов, применяемых для улучшения качества подготовки почвы является прикатывание. Для выполнения данной операции в настоящее время применяются катки, различающиеся как по форме так и по конструкции. Выбор конструкции для использования во многом зависит от состояния физико-механических характеристик почвы (структура, механический состав почвы, влажность и т.д.), вида высеваемой сельскохозяйственной культуры, а также степени её готовности к проведению посевных работ. В статье предлагается устройство для повышения эффективности прикатывающего агрегата, приводится его схема, рассматривается конструкция, принцип работы и производственно-технологические характеристики.

**Ключевые слова:** прикатывание, катки, машинно-тракторный агрегат, плотность почвы, эффективность использования.

Агротехнологическими исследованиями установлено, что использование прикатывающих агрегатов обеспечивает образование капиллярных ходов, которые позволяют усилить подачу влаги из ниже расположенных слоёв почвы к верхним и способствует более быстрому прорастанию семян.

Прикатывание также позволяет улучшить качество подготовки почвы (провести дробление комков на пашне, её уплотнение, разрушение образовавшейся корки, выравнивание поверхности поля), а также произвести весеннее закрытие влаги.

Уплотнение почвы происходит под воздействием массы катка, поэтому качество выполнения данной сельскохозяйственной операции во многом зависит от её величины. Это объясняется тем, что по своему составу почва имеет неоднородный состав, как по твёрдости, так и по плотности, а неправильно подобранная масса катка способна как переуплотнить, так и недоуплотнить обрабатываемую поверхность поля[2].

Исходя из вышесказанного можно сделать следующий вывод, что для обеспечения наиболее благоприятного влаговоздушного баланса, способствующего появлению равномерных всходов, произрастанию и вызреванию сельскохозяйственных культур, необходимо использовать каток, который сможет обеспечить необходимые условия. Чаще всего для изменения массы катка, в зависимости от необходимости, её изменяют за счёт наполнения его водой, проводя балластирование. Так как все поля имеют различную первоначальную плотность, то приходится постоянно изменять массу используемого катка, что повышает трудоёмкость выполнения данной сельскохозяйственной операции.

Для устранения данной проблемы предлагается использовать устройство, позволяющее автоматически регулировать вертикальную нагрузку, приходящуюся на рабочий орган прикатывающий цилиндр. На данное устройство получен патент РФ на изобретение № 2680167 «Догружающее устройство прикатывающего агрегата». Принципиальная схема машинно-тракторного агрегата используемого для прикатывания почвы с установленным устройством показана на рисунке 1 [1].

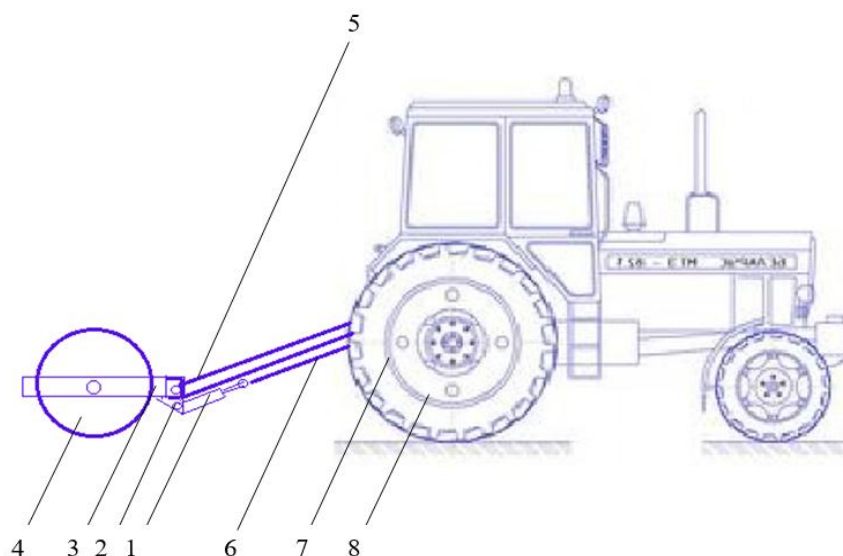


Рисунок 1- Принципиальная схема прикатывающего агрегата с установленным догружающим устройством: 1- гидроцилиндр; 2-опорный кронштейн; 3-рама катка; 4- каток; 5- сница; 6- гибкая тросовая связь; 7- крепёжный кронштейн; 8- трактор

Предлагаемое устройство (рисунок 1) позволяет автоматически перераспределять вес между энергетическим средством и катком прикатывающего агрегата, что особенно важно при использовании сельскохозяйственных машин на почвах с низкой несущей способностью, при наличии твердого подстилающего слоя в виде мерзлоты и проведении ранневесенних полевых работ в условиях Амурской области.

Проведенные исследования показали, что использование предложенного устройства позволяет перераспределять вертикальную нагрузку на прикатывающий каток машинно-тракторного агрегата от 0 до 3000 Н, без использования дополнительного балласта в виде заливаемой воды [3].

### Библиографический список

1. Догружающее устройство прикатывающего агрегата, патент на изобретение № 2680167 Рос. Федерация, МКИ В 60 В 11/02, Е.Е.Кузнецов, С.В.Щитов, заявитель и патенто-обладатель. федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования Дальневосточный государственный аграрный университет, заявка № 2017136497 от 16.10.2017 Опубликовано 19.02.2019 Бюл. № 5,
2. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017.- 272 с.
3. Шубин А.С, С.В. Устройство для обеспечения рационального уплотнения почвы при работе прикатывающего агрегата / А.С. Шубин [и др.]// 59я Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения ISSN 2411-1899 (январь 2020) Наука и современность // Сборник научных работ 59й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, январь 2020). — Москва: ЕНО, 2020. —С.70-72 <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/2020/02/esa-january-2020-part1.pdf>

## ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО г. БЛАГОВЕЩЕНСКА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Шуран П.Е., студент 3 курса бакалавриата  
факультета строительства и природообустройства**

Научный руководитель: Пыхтеева М.А., старший преподаватель кафедры строительного  
производства и инженерных конструкций  
ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет  
p.o.n.a@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлены результаты изучения объектов деревянной архитектуры в Благовещенске и их влияние на архитектурный облик и историческую значимость Благовещенска.

**Ключевые слова:** деревянное зодчество, памятник, архитектура, город.

**Актуальность.** Изучение истории архитектуры и градостроительства в нашей стране происходило неравномерно. Архитектура провинций, особенно одной из крупнейших на Дальнем Востоке - Амурской области, пока остается вне поля зрения искусствоведов, историков и теоретиков архитектуры. Пройдя всего за два столетия сложный путь развития, градостроительная культура Амурской области отразила в своем становлении и формировании социокультурные, природно-климатические и этнические особенности региона. Сформировавшаяся в системе русского зодчества, она достойна стать предметом детального изучения, как определенная целостная система.

Цель исследования – выяснить влияние памятников деревянного зодчества на архитектуру Благовещенска.

Задачи исследования - выявить объекты деревянного зодчества и обосновать их влияние на архитектурный облик и историческую значимость столицы Амурской области. Деревянная архитектура города разнообразна по типам построек, включая особняки, городские усадьбы, загородные дома людей с различными уровнями дохода, а значит, различных по объему, своеобразию архитектурных решений и их сложности. Выделяются типы малого, среднего, относительно крупного и крупного городских особняков, а также дома на несколько квартир. Особую ценность представляют деревянные здания, расположенные в редких ситуациях - входящие в ансамбль или комплекс.

Наличие в настоящее время сохранившейся ценной деревянной застройки позволило выделить 114 деревянных зданий и сооружений, претендующих на статус памятников истории и культуры, тогда как в Хабаровске выявлено только 27 деревянных зданий и сооружений такого уровня.

Архитектурный облик Благовещенска создавали по своему вкусу те, кто переезжал сюда из центра страны. А в каждой российской губернии дома строили по-разному: свои узоры на карнизах, своё плетение в резьбе. Поэтому Благовещенску повезло: здесь сосредоточены различные образцы деревянного зодчества конца XIX начала XX века.

Стоит только пройтись по городу, и внимательно посмотреть по сторонам. Это не старые развалюхи – это свидетели прошлого. Каждый из этих домов уникален и у каждого есть своя история.

Оригинальность деревянной архитектуре Благовещенска придает характер преобладающего здесь архитектурно-художественного декора. Сочетание рельефной и пропиленной резьбы является особенностью традиций декоративного убранства для деревянной архитектуры в регионах, давших Амурской области подавляющую часть переселенцев, перенесших эти традиции на новую родину.

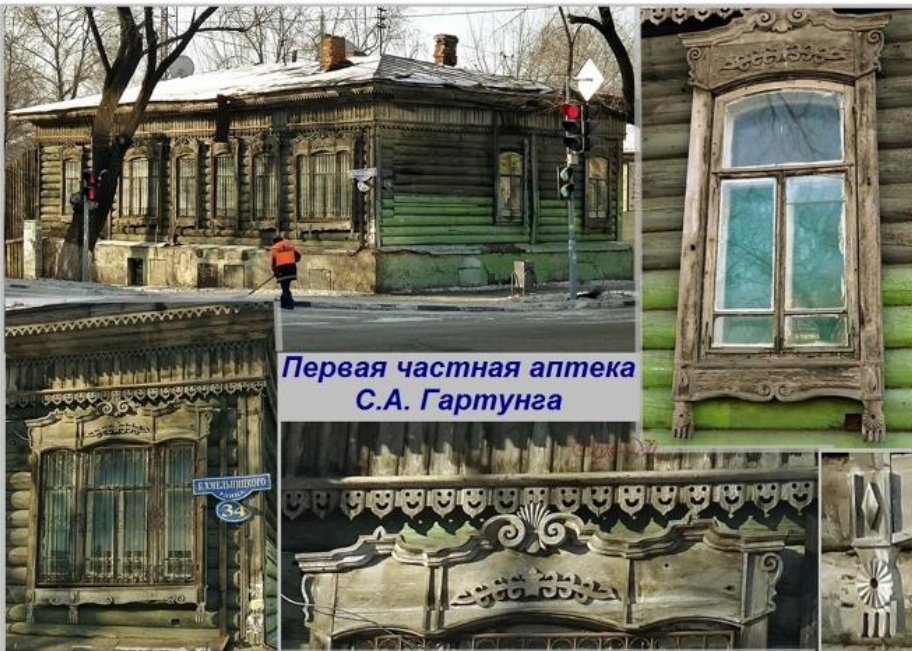


Рисунок 1 – Памятники деревянного зодчества Амурской области:

- а- Дом купца Иннокентия Саяпина, ныне передан Амурскому областному краеведческому музею (г. Благовещенск, ул.Амурская, 216);  
 б- Первая частная аптека С.А. Гартунга, сейчас используется как жилой дом (г. Благовещенск, ул. Амурская, 198).

Эти образцы деревянного искусства в XXI веке слишком быстро исчезают. Большинство из этих домов скоро будет просто снесено, пройдёт ещё немного времени, и в России их может не остаться вовсе. Давайте попробуем если не сохранить, то хотя бы запомнить их – так не похожих на типовые строения нынешних времён. Постарайтесь увидеть красоту этих домов, пока история их ещё продолжается.

#### **Библиографический список**

1. <https://blagoveshensk.bezformata.com/listnews/kak-spasti-derevyannij-blagoveshensk/17718215/>
2. <https://video.amur.info/dom/2011/08/09/2030>

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Щитков А.Н., Ус С.С., студенты 4 курса бакалавриата,  
факультет механизации сельского хозяйства

Научный руководитель: Кузнецов Е.Е., доктор технических наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
ji.tor@mail.ru

**Аннотация.** Программирование находит всё большее применение в различных отраслях как промышленности, так и народного хозяйства. В предлагаемой статье рассматривается вопрос применения прикладного программирования при решении задач экономико-математического обоснования и моделирования технических средств и процессов технологического обеспечения сельскохозяйственного производства, приводятся примеры авторского программирования.

**Ключевые слова:** программирование, моделирование, процесс, расчёт, агрегат, эффективность

Как известно, достаточно многие сложные операции могут быть выполнены только с помощью электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Так магнитно-резонансная томография использует компьютерное программное обеспечение, большое количество современного медицинского оборудования имеют небольшие, запрограммированные компьютеры, многие медицинские приборы сегодня работают на запрограммированных инструкциях. В настоящее время активно развивается направление как искусственного интеллекта, так и машинного обучения. Программирование применено и в сравнительно новой отрасли автомобилестроения - создание беспилотных машин,

Агропромышленный комплекс, являясь сложной экономической системой, представляет собой взаимосвязь биологических, технических, технологических, организационных и экономических процессов. Соответственно максимальная автоматизация всех процессов в сельском хозяйстве является насущной необходимостью и входит в стратегии развития крупнейших агропромышленных и машиностроительных компаний [1].

Ускорить рост продуктивности сельского хозяйства, обеспечить стабильный результат внедрения инноваций и повысить конкурентоспособность предприятий в региональном и мировом масштабе, возможно с помощью систем автоматизированного управления сельским хозяйством. Так при помощи программирования уже можно контролировать 2/3 факторов производства, приводящих к потерям урожая.

В сельском хозяйстве необходимо осуществлять как мониторинг производства, так и контроль состояния и работы техники. При этом по-прежнему остаются востребованными как традиционные системы контроля за работой техники, так и ГЛОНАСС/GPS-мониторинг.

При расчёте параметров работы перспективных устройств и технологических линий также не обойтись без программирования. Прикладные программы позволяют упростить дисперсионно-статистический анализ результатов экспериментов, расчёт конструктивно-технологических величин при конструировании и детализовке, и экономических характеристик при внедрении [2].

При подборе и формировании программы для ЭВМ была выбрана программа «ПИ-ТОН», язык программирования Python 2.6, совместимая с операционной системой Windows

2007/2010, как наиболее адаптивная для нужд потребителя программного продукта.

С её помощью были сформированы программы:

- «Определение силовых параметров при работе тросового корректора машинно-тракторного агрегата», предназначена для расчёта силовых параметров перераспределения сцепного веса в конструкции трактора и сельскохозяйственного орудия (прицепа) при работе тросового корректора машинно-тракторного агрегата в целях получения величин, влияющих на эксплуатационные показатели. Применяется как самостоятельно функционирующий модуль и обеспечивает выполнение следующих функций:- задание исходных минимальных и максимальных значений;- ввод значений для расчетов с возможностью исправления ошибочно введенных данных;- выдачу результатов расчета;

- «Программа расчёта экономической эффективности работы сушильного оборудования при подготовке многокомпонентных кормовых смесей к длительному хранению». Алгоритм работы программы основан на формировании сравнительной оценки серийного и экспериментального оборудования, проведении математических расчётов и выведении экономической эффективности в рублёвом эквиваленте.

Программа применяется как самостоятельно функционирующий модуль, обеспечивает выполнение следующих функций: -задание исходных значений; -ввод значений для расчетов с возможностью исправления ошибочно введенных данных; -выдачу результатов расчета. В ходе экспериментальной проверки программы показали высокую эффективность и позволили сократить затраты времени на расчёты в среднем на 78% [3].

Пакет документов для регистрации направлен для регистрации в Федеральный институт промышленной собственности для принятия решения и выдачи документа на интеллектуальную собственность- свидетельства на программу для ЭВМ, программы прошли формальную экспертизу, по ним принято решение о выдаче свидетельств и государственной защите авторских прав.

Таким образом полученные объекты интеллектуальной собственности- программы для ЭВМ, являются действенным и результативным средством как снижения трудоёмкости экономических и технологических расчётов, так и решения задач при моделировании, конструировании и обосновании технических средств и процессов в агропромышленном комплексе.

### **Библиографический список**

1. Абчук В.А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций. - СПб.: Союз, 1999.-320 с.
2. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017.- 272 с.
3. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova// Journal of Engineering and Applied Sciences, Year: 2018, Voiume:13, Issue:16.DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65.URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf> Дата обращения: 15.03.2020 года

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСЕВНЫХ РАБОТ

**Яшков Е.А., студент 1 курса магистратуры;**

**Шубин А.С., аспирант 1 курса, факультет механизации сельского хозяйства**

Научный руководитель: Щитов С.В., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации агропромышленного комплекса ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

zheka.yashkov\_98@mail.ru

**Аннотация.** В условиях Амурской области на качество проведения посевных работ большое влияние оказывают природно-климатические условия. Посевные работы начинаются, когда почва оттаивает лишь на глубину посева, при этом необходимо учитывать ограниченные сроки посева. В предлагаемой статье рассматриваются условия посева зерновыми сеялками и приводятся приёмы и методы повышения их эффективности.

**Ключевые слова:** посев, сеялка, норма высева, высевающий аппарат, эффективность.

На качество посевных работ влияют следующие показатели: посевные свойства семян, качество подготовки почвы под посев, выдерживание и соблюдение сроков проведения основных сельскохозяйственных работ, соблюдение нормы высева на единицу посевной площади и ряд других показателей. Обеспечение нормы высева достигается правильной регулировкой высевающего аппарата. Для нормального роста семян необходимо обеспечить равномерность распределения семян по площади. Как показывают исследования их количество на 1 м<sup>2</sup> посева должно находиться в пределах 550-600 штук.

В Амурской области посевные работы начинаются тогда, когда почва оттаивает лишь на глубину посева, при этом необходимо учитывать ограниченные сроки высева. В период проведения посевных работ, как показывают исследования, выпадает большое количество осадков, что приводит к резкому снижению несущей способности почвы из-за наличия твердого подстилающего слоя в виде мерзлоты, которая не позволяет просачиваться влаге по глубине[1]. В тоже время наличие неровностей на поверхности почвы приводит к тому, что излишне образовавшаяся влага стекает в более низкие участки, что влечёт за собой образование переувлажненных очагов, на которых нельзя проводить сельскохозяйственные работы. Вышеуказанные проблемы способствуют нарушению прямолинейности движения посевных машинно-тракторных агрегатов и, как следствие, к несоблюдению нормы высева, приводя к неизбежным потерям конечной продукции.

В большинстве современных посевных машин привод высевающих аппаратов осуществляется от ходовых опорно-приводных колес через механизм привода. При этом установленная норма высева будет обеспечиваться только при прямолинейном движении посевного машинно-тракторного агрегата. На данный момент промышленностью выпускаются сеялки, имеющие привод от как одного, так и от двух опорно-приводных колёс.

При использовании посевного агрегата имеющего привод от одного опорно-приводного колеса при изменении прямолинейного движения происходит следующее:

- в случае движения опорно-приводного колеса по большому кругу норма высева соблюдается только в рядах расположенных ближе к нему, а по мере удаления рядков норма высева увеличивается;

- в случае движения опорно-приводного колеса по малому кругу норма высева соблюдается только в рядах расположенных ближе к нему, а по мере удаления норма высева снижается.

Выше перечисленные проблемы объясняются тем, что опорно-приводное колесо проходит различный путь.

При использовании посевного агрегата, имеющего привод от двух опорно-приводных колёс и изменении прямолинейного движения происходит следующее:

- при движении посевного агрегата норма высева будет соблюдаться только в рядках, расположенных ближе к опорно-приводным колёсам, а ближе к середине норма высева снижается.

При этом, несоблюдение нормы высева приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур по следующим причинам:

- при уменьшении нормы высева, снижается потенциальная продуктивность возделываемой культуры, из-за того, что площадь используется не полностью, остаются незасеянные участки поля. Это приводит к их засорённости, вследствие чего возделываемая культура не получает полного набора необходимых минералов и витаминов;

- при повышении нормы высева растения не получают достаточно света и часть побегов тут же отмирает, замедляется процесс их роста, что ведёт к формированию щуплого зерна.

Как показали ранее проведенные исследования несоблюдение нормы высева приводит к потере энергетического потенциала, заложенного в посевном на 27,5...28,5 МДж/кг при объезде только одного участка поля непригодного для посева из-за повышенной влажности [2,3].

На основании сказанного выше можно сделать вывод, что несоблюдение нормы высева приводит к формированию массива, неравного по густоте стояния посевных культур, при этом возделываемая культура в некоторых местах получается разреженной, в других, наоборот, загущенной, что также приводит к снижению урожайности.

Следовательно, оптимизация нормы и качество высева обеспечивают полноценный урожай возделываемой сельскохозяйственной культуры. Также при установке нормы высева необходимо обратить внимание на следующие показатели, оказывающие в конечном итоге, влияние на урожайность: всхожесть семян, чистота высевающего материала, вес 1000 штук семян и обеспечение оптимального количества посевного материала на 1 квадратный метр посевной площади.

Таким образом, повысить эффективность использования посевных машинно-тракторных агрегатов и потенциальную урожайность возделываемой культуры возможно за счёт обеспечения оптимальной нормы высева по всему участку поля. Для решения данной проблемы необходимо применение новых технических решений, способствующих регулированию нормы высева при изменении прямолинейного движения посевного машинно-тракторного агрегата.

### **Библиографический список**

1. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017.- 272 с.
2. Щитов С.В., Снижение энергозатрат на посевных работах / С.В.Щитов [и др.]// Техника и оборудование для села, №11. – 2012. – С.30-33.
3. Шубин А.С., Анализ эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Амурской области / А.С. Шубин [и др.]// 60я Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения ISSN 2411-1899 (февраль 2020) Современные концепции научных исследований// Сборник научных работ 60й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, февраль 2020). — Москва: ЕНО, 2020. — С.125-127 <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/2020/03/esa-february-2020-part2.pdf>



**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.**  
**Электротехника. Автоматизация**  
**и управление технологическими процес-**  
**сами и производствами. Энергетика**

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Артёменко М.С., Кочешкова С.Э., студенты 1 курса бакалавриата,  
энергетический факультет**

Научный руководитель: Хондошко Ю.В., старший преподаватель кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
amur-ka\_847@mail.ru

**Аннотация.** Малочисленные населенные пункты, расположенные по всей территории Амурской области в качестве основного используют местное топливо низкого качества. Это влечет за собой повышенный расход топлива, износ оборудования и, как следствие, низкий КПД. Энергетически эффективным с точки зрения ресурсосбережения и экономических показателей является использование в качестве основного топлива топливных гранул (пеллет) для производства тепловой и электрической энергии. Теплотворная способность пеллет не на много уступает бурым углям, а производство и транспортировка имеет довольно высокие положительные показатели.

**Ключевые слова:** топливные гранулы (пеллеты), древесные отходы, сельскохозяйственные отходы

В 2011 году ОАО «Выборгская целлюлоза» (пос. Советский, Ленинградская область) запустила крупнейший в мире завод по производству древесных пеллет. В 2012 на предприятии было произведено 500 тысяч тонн гранул. Российский рынок топливных гранул (пеллет) в 2015 году продемонстрировал стабильный рост объемов производства и экспорта продукции, увеличившись на 100 000 т/год. Данная тенденция сохраняется на пеллетном рынке, несмотря на ряд кризисных явлений в экономике.

Пеллеты обладают многими преимуществами по сравнению с другими видами топлива. В их числе: экологическая чистота, низкий процент угарного газа, высокая теплоотдача, минимум отходов после сгорания (около 1 % массы), ценовая доступность, оптимальные характеристики для транспортировки, удобство хранения, низкая пожароопасность.

Топливные гранулы (пеллеты) - это биотопливо, сырьём для производства которого служат торф, балансовая (некачественная) древесина и древесные отходы: кора, опилки, щепка и другие отходы лесозаготовки, а также отходы сельского хозяйства: отходы кукурузы, солома, отходы крупяного производства, лузга подсолнечника, куриный помёт и т.д.

Сырьё (опилки, кора и т.д.) поступает в дробилку, где измельчаются до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё - в пресс-гранулятор, где древесную муку сжимают в гранулы. Сжатие во время прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндры. На производство одной тонны гранул уходит около 2,3-2,6 плотных кубометра древесных отходов, плюс 0,6 плотных кубометра опилок на каждую тонну произведенной продукции сжигается.

Готовые гранулы охлаждают, пакуют в различную упаковку - от небольших пакетов (2-20 кг) до биг-бэгов (большая промышленная упаковка) весом по 1-й тонне или доставляют потребителю россыпью.

Топливные гранулы (пеллеты) - экологически чистое топливо с содержанием золы, как правило, не более 3 %. При производстве пеллет в основном используются отходы, которые ранее в основном вывозились на свалки и гнили, а по прошествии нескольких лет начинали гореть или тлеть. Так как пеллеты не содержат пыли и спор, гранулы менее подвержены самовоспламенению и не вызывают аллергическую реакцию у людей.

Гранулы отличаются от обычной древесины высокой сухостью (влажность всего 8—12 %, а влажность сырых дров – 30-50 %) и большей - примерно в полтора раза - плотностью, чем дрова. Эти качества обеспечивают высокую теплотворную способность по сравнению со щепой или дровами - при сгорании тонны гранул выделяется приблизительно 3,5 тысяч кВт·ч тепла, это почти в два раза меньше, чем при сгорании тонны каменного угля, в полтора раза больше, чем у обычных дров, и всего в два раза (почти в три раза) меньше, чем при использовании газа, мазута или дизельного топлива.

Низкая влажность - это не только преимущество гранул как топлива, но и проблема их производства. Сушка может оказаться одной из основных статей расходов при производстве топливных материалов из отходов деревообработки. Кроме того, в зависимости от производства, сбор, сортировка и очистка сырья также могут повлечь дополнительные затраты. Процесс сушки важно тщательно спланировать, что позволит уменьшить риски, связанные с качеством готовой продукции, её себестоимостью и пожароопасностью производства. Лучшим вариантом является производство биотоплива из сухой стружки.

Древесные гранулы высокого качества используют для отопления жилых домов путём сжигания в гранульных котлах, печах и каминах. Они, как правило, бывают диаметром 6-8 мм и длиной менее 50 мм. Кроме отопления современные малые паросиловые установки с котлами на пеллетах могут также совместно с теплом вырабатывать электроэнергию. Например, в России налажено производство таких систем с малыми паровыми аксиально-поршневыми двигателями мощностью от 6 до 60 квт. Спрос на древесные брикеты и гранулы, оборудование для их сжигания и производства растёт пропорционально ценам на такие традиционные виды топлива как нефть и газ. Гранулы с большим содержанием коры сжигают в котлах большей мощности с целью получения тепла и электроэнергии для населённых пунктов и промышленных предприятий.

Использование топливных пеллет – это идеальный вариант для амурского Севера, где активно занимаются лесозаготовкой. Производить пеллеты можно круглогодично, простейшее оборудование для изготовления стоит в пределах одного миллиона рублей. Северные котельные преимущественно небольшие, поэтому уголь можно было бы на Север не завозить совсем

#### **Библиографический список**

1. Глуховский В. Древесные гранулы производят из любой породы // The Bioenergy International. Россия, 2007. - № 1. – С. 1011.
2. Тийнен В.С. Преимущества прессованного биотоплива: топливные гранулы и брикеты. Леспроминформ, 2003. - № 11. – С. 4245.
3. Ивин Е.Л., Глуховский В.М. Гранулирование древесины. Практические и теоретические основы, или Что происходит внутри гранулятора // Биоэнергетика, 2007. - № 2. – С. 64.
4. Шалашов А.П. Эффективные технологии переработки низкосортной древесины и древесных отходов // Леспроминформ, 2003/ - № 6. – С. 36-38.
5. Мясоедова В.В. Экологически чистые топливные брикеты и пеллеты на основе возобновляемого лигноцеллюлозного сырья и их переработка / В.В. Мясоедова // Энциклопедический справочник. – 2011. – № 2. – С. 22–28.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ПРИЛИВНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В КАМЧАТКОМ КРАЕ

**Веклич А.А.**, студент 3 курса бакалавриата, энергетический факультет  
Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
prosenko-palina@yandex.ru

**Аннотация:** в данной статье рассматривается проектировка Авачинской приливной электростанции, описание её преимуществ и недостатков, а также формула расчета установленной мощности объекта и сравнительный анализ с действующими традиционными электростанциями Камчатского края.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, приливная электростанция, чистая энергия, сравнительный анализ, расчет параметров

Авачинская губа - крупная незамерзающая бухта у юго-восточного побережья полуострова Камчатка. Основные близлежащие крупные города: Петропавловск - Камчатский и Вилючинск. Величина приливов достигает 2 метра. Площадь бассейна приблизительно равна 215 км<sup>2</sup> [1].

Экспериментально разместим в этом регионе приливную электростанцию, которая будет носить за собой название Авачинская ПЭС. Для наглядности и представления на рисунке 1 показано возможное расположение ПЭС на губе.



Рисунок 1 - Расположение Авачинской ПЭС

**Преимущества возведения:** низкая себестоимость электроэнергии для жителей, близлежащих городов; расположение Авачинской ПЭС климатически благоприятное, вода не замерзает зимой; отсутствие проблем, отрицательно влияющие на окружающую среду; улучшение транспортной системы района, включая возможность строительства дороги на дамбе, что позволит быстрее добираться между крупными городами: Вилючинск и Петропавловск - Камчатский.

**Недостатки возведения:** очень высокие затраты на строительство; большие расходы воды при относительно низких напорах; перепад уровня воды во время приливов и отливов менее 5 метров [2].

Установленная мощность Авачинской ПЭС - 193,5 МВт. и она рассчитывается по формуле 1:

$$N = \frac{3,87 \cdot H^2 \cdot S \cdot 10,05 \cdot 10^6}{2 \cdot t} \quad (1)$$

где «3,87» - число полуциклов колебания приливной волны в сутки; «H» - высота прилива (м); «S» - площадь бассейна (км<sup>2</sup>); «10,05» - удельный вес морской воды (кН/м<sup>3</sup>); «t» - число секунд в сутках (с) [3].

Общая мощность электростанций Камчатки составляет - 576,74 МВт. Все действующие электростанции данного региона и их электрическая мощность отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Электростанции Камчатского края

Наименование	Установленная мощность, МВт
Камчатская ТЭЦ-1	229,00
Камчатская ТЭЦ-2	163,20
ДЭС «Южные электрические сети»	60,06
Озерновская ДЭС	1,57
Возобновляемые источники энергии	122,91
ИТОГО:	576,74

Рассмотрим случай замены некоторых традиционных электростанций на Авачинскую ПЭС. Посмотрев на рисунок 2, можно увидеть, что данная приливная электростанция сможет полностью заменить такие традиционные электростанции, как: ДЭС «Южные электрические сети» или Камчатскую ТЭЦ - 2.

Но так как Камчатская ТЭЦ - 2 расположена в крупном городе Петропавловск - Камчатский, экспериментальная приливная электростанция так же размещена у подножия этого города, то целесообразно сделать вывод, что данная теплоэлектроцентраль может быть полностью ликвидирована или служить в качестве резервной электростанции.



Рисунок 2 - Сравнение Авачинской ПЭС и традиционных электростанций

### Библиографический список

1. Сичкарев В.И. Волновые энергетические станции в океане / В.И. Сичкарев, В.А. Акуличев. - М.: Наука, 1989. - 132 с.
2. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.

## БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СОЛЕНОИДА

**Воронков А.Е., студент 4 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет;**

**Струков Д.О., студент 2 курса магистратуры, инженерно-физический факультет**

Научный руководитель: Фомин Д.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, директор НОЦ

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

voron-1998-va@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе представлена разработанная в студенческом конструкторском бюро НОЦ АмГУ электрическая принципиальная схема управления соленоидом. Данная схема является частью устройства автоматического вывода тралов наноспутника CubeSat 3U, на механическую часть которого был получен патент № 194255. В статье приведен детальный анализ работы схемы и предложены способы ее совершенствования.

**Ключевые слова:** управление соленоидом, таймер задержки, наноспутник, работа в космосе

В 2019 году в студенческом конструкторском бюро Научно-образовательного центра АмГУ был разработан механизм вывода тралов для наноспутника формата CubeSat 3U [1]. Вывод тралов осуществляется пружинно-поршневым устройством. Его запуск происходит после срабатывания соленоида, сердечник которого втягивается и освобождает механический объект. При этом удерживать сердечник после освобождения в активной зоне нет необходимости.

При разработке схемы управления соленоидом необходимо учитывать возникновение импульса, вызванного ЭДС самоиндукции катушки соленоида, который может приводить к выходу из строя электронной части управления, при отсутствии должного внимания. Цель, которую ставили перед собой авторы – разработать надежный блок управления, с одной стороны учитывающий особенности работы соленоидов в цепи постоянного электрического тока [2], а с другой стороны – обеспечивающий автоматизм работы такого устройства и малую его восприимчивость к радиационному воздействию на высоких орбитах [3]. За основу были взяты полупроводниковые приборы на основе биполярных транзисторов.

Для срабатывания соленоида в автоматическом режиме, после отделения наноспутника от транспортно-пускового контейнера, была предложена электрическая принципиальная схема блока управления, представленная на рисунке 1. Схема включает в себя: таймер, длительность временной задержки которого определяется переменным резистором R1; блок формирования одиночного импульса заданной продолжительности (реализован на операционном усилителе 1040УД1); гальваническую развязку на основе оптрона, и, силовую часть, выполненную на основе биполярного транзистора КТ829 (реализованного по схеме Дарлингтона).

После замыкания цепи ключом S1, происходит заряд конденсатора C1 через подстроечный резистор R1. ОУ OP1.1 работает в режиме компаратора, сравнивая напряжение на конденсаторе C1 с опорным напряжением  $U_{оп}$ , заданным резистивным делителем напряжения на R2 и R3.

Время нарастания напряжения на конденсаторе C1 до уровня  $U_{оп} = U_{пит} \cdot R3 / (R2 + R3)$  можно представить в виде:

$$t_3 = -CR \ln \left( 1 - \frac{U_{оп}}{U_{пит}} \right). \quad (1)$$

Таким образом, для использованных в схеме (рисунок 1) номиналов подстроечного резистора в 1 МОм и конденсатора емкостью 10 мкФ, максимальное время задержки составит примерно 7 с.

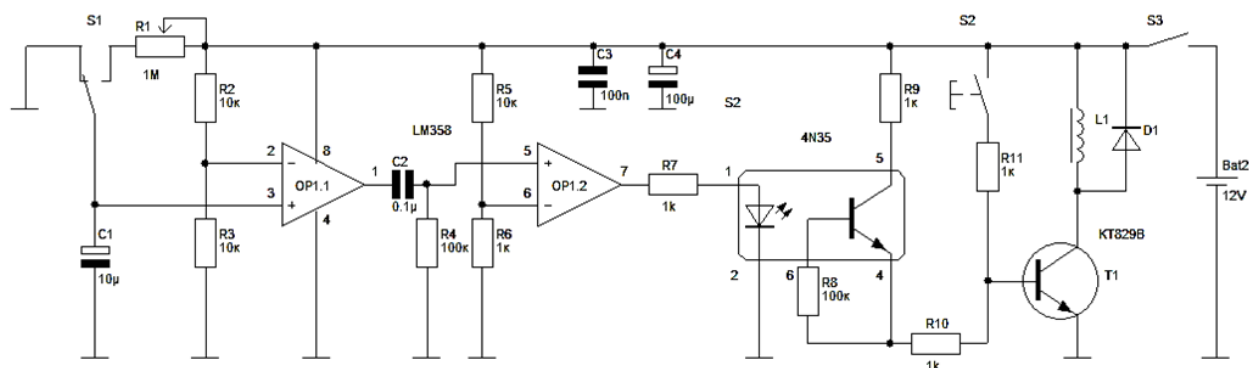


Рисунок 1 – Электрическая принципиальная схема блока управления соленоидом

Вторым важным параметром схемы является длительность импульса, генерируемая OP1.2. Когда напряжение на C1 достигнет  $U_{оп}$  на выходе OP1.1 появляется постоянное напряжение  $U_{оп1}$ . Возникшее нарастание напряжение проходя через CR-цепь, состоящую из C2 и R4, порождает всплеск напряжения на выводе микросхемы OP1.2.

ОУ OP1.2 работает, как и OP1.1 в режиме компаратора, сравнивает напряжение на C2 с опорным  $U_{оп2}$ , которое задается резистивным делителем напряжения на R5 и R6.

Временную зависимость спада сигнала можно записать так:

$$U_{сп}(t) = U_{оп1} e^{-\frac{t}{CR}}. \quad (2)$$

Отсюда получаем длительность импульса на выходе OP1.2:

$$t_{имп} = -CR \ln \left( \frac{U_{оп2}}{U_{оп1}} \right), \quad (3)$$

где  $U_{оп2} = U_{пит} \cdot R6 / (R5 + R6)$ , C – емкость конденсатора в CR-цепи, R – сопротивление резистора в CR-цепи.

Полученный на выходе OP1.2 импульс передается через транзисторную оптопару на управляющий нагрузкой транзистор T1. Для представленной схемы длительность импульса составляет порядка 23 мс, что достаточно для уверенного срабатывания соленоида L1.

Таким образом, авторами была предложена электрическая принципиальная схема блока управления соленоидом механизма вывода тралов наноспутника. Подробно исследован и описан принцип ее работы.

#### Библиографический список

1. Патент № 194 255. Устройство вывода тралов для сбора космического мусора малых размеров // Фомин Д.В., Гладков А.Е., Комарова А.А., Кизима А.С., Скрипаленко В.А. Опубликовано: 04.12.2019. Бюл. № 34.
2. Электромагнитное поле соленоида // И.Р. Мубаракшин / Физическое образование в вузах. - Т. 23. - № 3. - 2017. - С.46-52
3. Радиационные эффекты в космосе. Часть 3. Влияние ионизирующего излучения на изделия электронной техники // И.П. Безродных, А.П. Тютнев, В.Т. Семёнов. – М.: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017 – 64 с.

## ГЕЛИОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ефимкин В.О.**, студент 2 курса бакалавриата, энергетический факультет  
Научный руководитель: Хондошко Ю.В., старший преподаватель кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
amur-ka\_847@mail.ru

**Аннотация.** Ископаемые виды топлива, на которых базируется традиционная энергетика не только Амурской области, но и всей страны в целом имеют ряд недостатков, основными из которых является транспортировка и хранение. Применение альтернативных источников энергии локально, в определенных населенных пунктах или на территории сельхоз-угодий позволит повысить качество и надежность энергоснабжения населения, об этом и пойдет речь в данной работе.

**Ключевые слова:** солнечная радиация, солнечные станции, гелиотермальная энергия

Запасы природных ископаемых, способных обеспечить энергоснабжение на Земле, сокращаются с каждым днем. Поэтому в настоящее время ведутся активные разработки различных способов использования солнечной энергии. Данный ресурс является отличной альтернативой традиционным источникам. Поэтому исследования в этой сфере невероятно важны для общества.

По воздействию солнечной радиации Амурская область является одной из самых подходящих областей для преобразования солнечной энергии

Солнечные станции подразделяются на два вида: тепловые и электрические. Тепловые вырабатывают тепло для горячего водоснабжения и отопления а электрические, соответственно, электроэнергию. Тепловые солнечные станции в свою очередь делятся еще на 2 типа: низкотемпературные и высокотемпературные. Низкотемпературные используются часто в быту, т.к. просты в обслуживании, но крайне зависят от погоды, используются только в летнее время, а также имеют малый КПД. Высокотемпературные используется для нагрева теплоносителя выше 100 °С, имеют простую конструкцию, но также и высокую стоимость.

У каждого типа систем есть свои достоинства и недостатки, но мои исследования будут основываться на работе самой мощной в России СЭС – это крымская СЭС «Перово». Солнечный парк «Перово» – расположен в селе Ключи неподалеку от Симферополя. Перово – третий по счету и самый значительный проект компании Activ Solar, реализованный в Крыму. Эксплуатация солнечного парка, по данным компании, позволило сократить выбросы углекислого газа на 105 тысяч тонн в год. Производство электроэнергии составляет 132 500 МВт·ч в год. Установленная мощность «Перово» эквивалентна пиковым нагрузкам в энергосистеме расположенного рядом Симферополя. Это означает, что в светлое время суток электростанция может производить столько же электроэнергии, сколько потребляет город в период максимальных нагрузок. Мощность всего солнечного парка «Перово» – 105,5 МВт. Станция расположена на территории площадью 200 гектаров. В состав солнечного парка входят пять площадок, на которых установлено около 440 тысяч наземных фотоэлектрических модулей. Станция строилась очередями, которые вводились в эксплуатацию и подключались постепенно. Каждая из пяти очередей мощностью примерно 20 МВт по отдельности подключена к подстанции «Таврия».

Оптимальная температура для работы солнечного модуля – 25-30 °С. В жару станция продолжает работать, но с небольшими потерями из-за перегрева. Отличие Амурской области от Крыма в том, что зимой в Крыму тепло, а в Амурской области температура опускается много ниже нуля, поэтому эффективность СЭС будет низкой, но в тёплое время года в Амурской области редко наблюдается сильная жара, поэтому оптимальная эффективность будет

именно тогда. Ввиду аномальных потеплений условия использования СЭС в Амурской становятся лучше.

Поверхность Амурской области горно-равнинная. В общей сложности равнинами покрыто около половины области.

Климат Амурской области в общем резко континентальный с чертами муссонного характера. Размах среднемесячных температур в течение года достигает 44°C и более, а минимальных и максимальных - 85-91°C. Колебание суточных температур в 18-20°C - явление для области обычное. Зима суровая, средняя температура в январе колеблется от -34,7°C, в северо-западной части области до -24,3°C в районе Благовещенска. Абсолютный минимум температур в январе достигает 55 - 56°C. Преобладает зимой солнечная погода.

Средняя продолжительность периода с температурой выше 10°C составляет 120-130 дней на юго-востоке и 100-110 дней на северо-западе области.

Осень, как правило, теплая, ясная, но среднесуточная температура быстро понижается. Выпадение снега и установление устойчивого снежного покрова происходит в различных частях области также в разные сроки. Сходит снег к концу марта в юго-восточной равнинной части области и к середине апреля - в горной северной.

Среднегодовая температура в области повсеместно минусовая, причем в северо-западной части она составляет -8°C, повышаясь к Благовещенску до 0°. Суточные колебания температуры воздуха в январе составляют 15-16°C, в июле 13-15.

На территории Амурской области расположены 9 городов, 18 поселков городского типа и 602 сельских населенных пункта, 19 из которых не имеют постоянного населения. Широкое внедрение солнечной энергетики позволит существенно повысить надежность и улучшить качество энергоснабжения населения. Локальные гелиоустановки работают с довольно высоким КПД и позволяют существенно снизить расходы на производство и транспортировку энергии. Одной из наиболее важных сторон применения солнечной энергии является одновременное получение тепловой и электрической энергии. Солнечная энергетика на территории Амурской области на мой взгляд является наиболее перспективным источником энергии не только для малонаселенных пунктов, но и для сельскохозяйственной промышленности.

### **Библиографический список**

1. Амерханов Р.А., Цыганков Б.К., Бегдай С.Н., Кириченко А.С. и др. Перспективы использования возобновляемых источников энергии / Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 42. – С. 185 – 189
2. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. – М.: Энергоатомиздат. – 2008. – 231 с.
3. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2015. – 128 с.
4. Газалов В.С. Всесезонный электрогелиоводонагрев для сельскохозяйственных потребителей/ В.С. Газалов, Е.Ю. Абеленцев// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 8. – С. 28-29.
5. Газалов В.С. Определение параметров и режимов теплоаккумулирующего устройства всесезонного электрогелиоводонагревателя/ В.С. Газалов, Е.Ю. Абеленцев// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(36). – С. 289-293.

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МОДУЛЕМ ПЕЛЬТЬЕ

Ильин А.А., студент 4 курса, энергетический факультет

Научный руководитель: Русинов В.Л., руководитель  
СКБ «Промышленная робототехника и автоматизация»  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
sanya.9827@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка системы управления термоэлектрическим модулем Пельтье с применением микроконтроллерной платы Arduino Uno R3.

**Ключевые слова:** Эффект Пельтье, холодопроизводительность, испарительный охладитель, твердотельный тепловой насос.

Термоэлектрические охладители на основе элементов Пельтье представляют собой твердотельные тепловые насосы, которые могут легко достигать отрицательных температур [1]. Наиболее распространённый термоэлектрический модуль (ТЭМ) TEC1-12706 имеет следующие основные характеристики, при температуре горячей стороны 50 °С: максимальная холодопроизводительность –  $Q_{max} = 53$  Вт; максимальная разница температур –  $\Delta T = 66$  °С; рабочий ток (макс) –  $I_n = 6,4$  А; рабочее напряжение (макс):  $U_n = 14,4$  В [2]. Техническая простота получения холода по сравнению с испарительным охладителем и отсутствие вращающихся деталей в конструкции ТЭМ, рисунок 1, позволяет его использовать в малогабаритных и автономных охлаждающих устройствах.

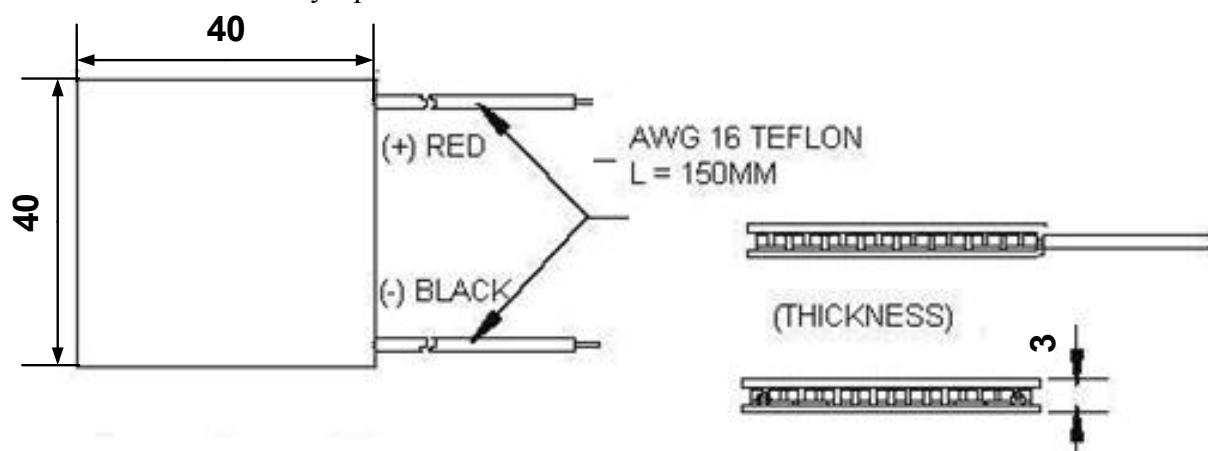


Рисунок 1 – Конструкция TEC1-12706

Управление термоэлектрическим модулем заключается в регулировании температуры горячей стороны по заданному закону и поддержание температуры холодной стороны на заданном уровне. С этой целью была разработана система микроконтроллерного (МК) управления, рисунок 2. Согласно задаче управления, МК по программе управляет двумя контурами.

Первый контур служит для регулирования температуры холодной стороны ТЭМ. Измерение производится с помощью цифрового термопреобразователя ТТ-1, значения по шине 1-WIRE в цифровом коде передаются в микроконтроллер. Регулирующее воздействие формируется программно в виде сигнала ШИМ с коэффициентом заполнения согласно заданному алгоритму. С цифрового выхода МК ШИМ-сигнал поступает на управляемый источник тока PWM/DC, от которого получает питание модуль TEC1-12076.

Второй контур поддерживает поддерживает температуру горячей стороны постоянной, величина которой устанавливается программно в МК. Измерения текущей температуры осуществляются термопреобразователем ТТ-2 и передаются в микроконтроллер. Стабилизация температуры производится регулированием отвода тепла от воздушного радиатора, через который проходит охлаждающая жидкость. Это происходит за счёт регулирования потока воздуха создаваемого вентилятором вращаемым двигателем постоянного тока (ДПТ). Частота вращения ДПТ регулируется по схеме с обратной связью: ТТ-2 – 1-Wire – МК in – алгоритм – PWM – МК out – PWM/DC – ДПТ.

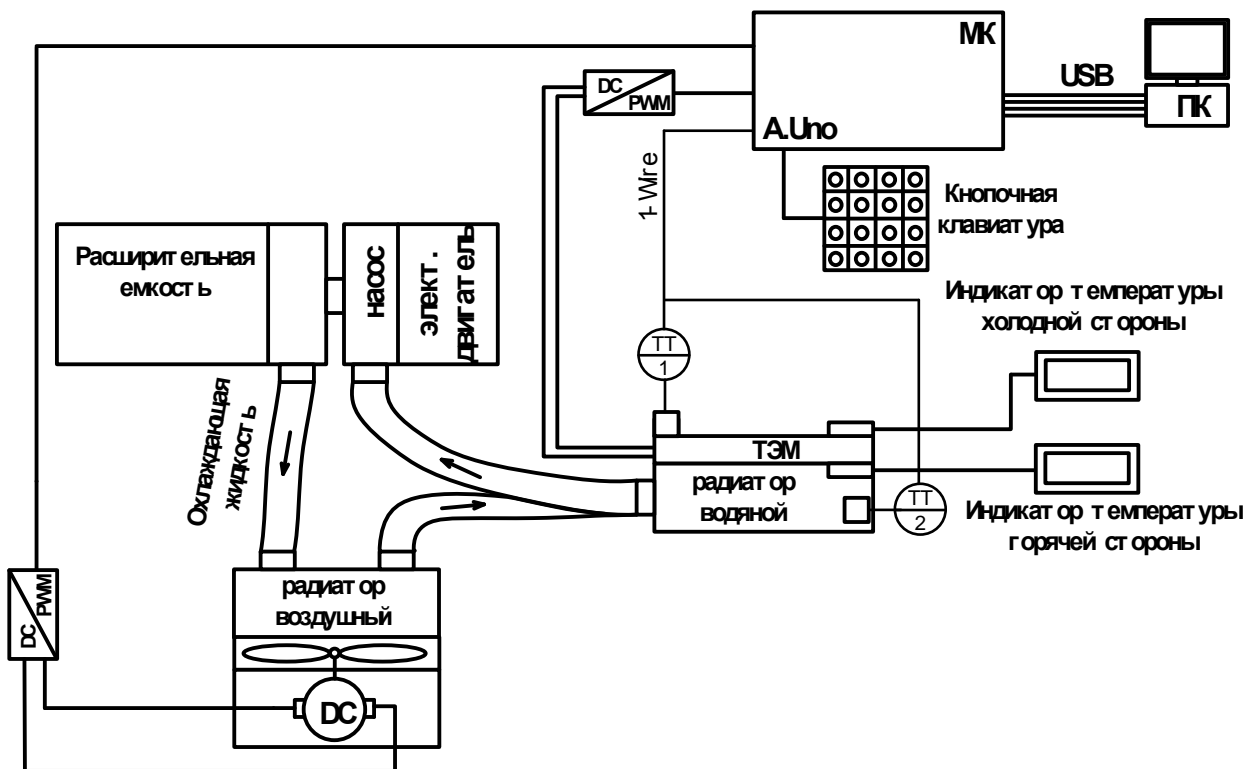


Рисунок 2 - Структурно-функциональная схема системы управления ТЭМ TEC1-12706

Кроме того, показания температуры сторон ТЭМ выводятся на индикаторы дополнительных термодатчиков. Программа в МК, кроме регулирования, формирует измеренные показания температуры для передачи по USB интерфейсу на персональный компьютер (ПК). Таким образом, разработанная система позволяет изменять температуру холодной стороны ТЭМ по заданному закону регулирования и отображать температурный режим на экране ПК.

### Библиографический список

1. Русинов В.Л. Термоэлектрический модуль TEC1-12706 / В.Л. Русинов, В.И. Усенко, Р.А. Валуй // Вестник АмГУ. – 2019. – № 85. – С. 67-70.
2. Инструкция по эксплуатации Thermoelectric Cooler TEC1-12706. HV Corporation. 2018. – 3 с.
3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 400 с.

## ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ПЕРСПЕКТИВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Калашников И.К., студент 3 курса бакалавриата, энергетический факультет**

Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

kalashnikov9911@gmail.com

**Аннотация.** В данной работе рассмотрена необходимость использования технологий промышленного аккумулирования и хранения энергии. Рассмотрена перспектива их применения в Амурской области.

**Ключевые слова:** аккумулирование, хранение энергии, возобновляемые источники энергии, электростанция, мощность.

Важность развития технологий накопления и хранения энергии в последнее время связана с рядом значимых факторов, таких как: распространение и развитие генерации электрической энергии на базе возобновляемых источников энергии, неравномерность потребления электроэнергии в пиковые часы и в ночное время, а также несбалансированное размещение электростанций. Данные технологии позволят исключить необходимость строительства и содержания новых резервов мощности.

По сравнению с другими производящими отраслями, в электроэнергетике должно производиться столько товара, т.е. электроэнергии сколько в данный момент требуется потребителю. Это связано с невозможностью хранения излишков энергии в промышленных масштабах.

Поэтому при проектировке электростанций их расчетная мощность выше той, что будет идти на транзит потребителю, это необходимо для создания резерва мощности. Существует несколько основных типов электростанций, самые распространенные в наше время — это ТЭС, АЭС и ГЭС, небольшая доля приходится на нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ). В каждой энергосистеме могут присутствовать не все виды электростанций, это связано с географическими, климатическими и экономическими показателями регионов. Все они характеризуются своими показателями маневренности, т.е. возможностью изменять количество вырабатываемой мощности в зависимости от потребления. Например, АЭС обладает малой маневренностью, вызванной безопасностью эксплуатации. Работа солнечных и ветряных электростанций сильно зависит от погодных условий. Лучшее всего с этой ролью справляются ТЭС, именно поэтому их количество в энергосистеме России наибольшее, следовательно, с этим связано и большое потребление ископаемого топлива, и значительное загрязнение окружающей среды.

Из-за дисбаланса между потребляемой и производимой электроэнергией следует ухудшения качества электроэнергии, возможно изменение частоты в энергосистеме или изменение уровня напряжения.

В связи с вышеперечисленными факторами необходимо объединять генерирующие мощности в объединенные энергосистемы чтобы обеспечивать достаточный уровень маневренности и надежности энергоснабжения. В связи с этим приходится устанавливать много оборудования связующего отдельные электростанции. Это вызывает дополнительные экономические затраты и увеличивает риск выхода из строя отдельных узлов. Также крупные аварии могут на время привести к краху всей энергосистемы, что не благоприятно для потребителей.

Все эти проблемы поможет решить развитие технологий аккумулирования и хранения

энергии в промышленных масштабах. В таблице 1 приведены наиболее перспективные технологии аккумулирования и хранения энергии.

Таблица 1 –Классификация технологий накопления энергии

Накопители механической энергии	Химические накопители энергии	Электрические накопители
Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС)	Аккумуляторные батареи (Ni-Cd, Li-ion и т.д.)	Ионисторы
Твердотельная аккумулирующая станция (ТАЭС)	Проточная батарея	Сверхпроводниковые индуктивные накопители (СПИН)
Накопители на сжатом воздухе		

Наиболее перспективные направления внедрения технологий аккумулирования и хранения энергии для Амурской области

Использование накопителей вместе с нетрадиционными возобновляемыми источниками энергии:

Амурская область в виду географических особенностей (многочисленные горные массивы), расположения вдали от морского побережья не располагает достаточными ветровыми ресурсами (среднегодовая скорость ветра не превышает 4 м/с), что исключает возможность постройки ветровых парков. Для области наиболее перспективным нетрадиционным источником энергии является солнечное излучение. С учетом облачности и времени года среднее число солнечных часов в сутках в зимние и летние периоды 5 и 12 часов соответственно. Величина солнечной радиации: на севере 90-95 ккал/см<sup>2</sup>, на юге 110-117 ккал/см<sup>2</sup> в год. Таким образом, для Амурской области есть большая перспектива использовать солнечные электростанции, а для их нормального режима работы необходимо строительство накопителей энергии.

Использование накопителей для резервирования наиболее важных потребителей электроэнергии.

На территории области действуют такие предприятия как космодром Восточный, ГПЗ, Амурский завод железобетонных конструкций, начато строительство Амурского ГХК. Эти потребители являются особо важными для государства, даже кратковременный перебой в электроснабжении нарушит сложный технологический процесс и приведет к экономическим издержкам.

Применение в населенных пунктах, отдаленных от основной энергосистемы.

На территории области есть несколько населенных пунктов, находящихся в труднодоступных условиях (села: Бысса, Игнашино, Осежино; поселки: Снежногорский, Апрельский) и поэтому их энергосистема является децентрализованной. Питание они получают от дизель-генераторных электростанций.

### Библиографический список

1. Эриксон К. Хранение энергии: что, как и почему / К. Эриксон, О. Нью // Экология и право. – 2019. - № 74. – С. 22 – 24.
2. Пат. 2699855 Российская Федерация, МПК F03G 3/00, F03G 7/08. Промышленная система накопления энергии / С.В. Солобоев, А.А. Брызгалов; ООО «Энергозапас». – № 2018123773; Заявл. 29.06.2018; Опубл. 11.09.2019, Бюл. № 26.
3. Savard С. Развитие технологий накопления электрической энергии / С. Savard, Э.В. Яковлева // Молодой ученый. – 2017. - № 50. – С. 76 – 81.

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА НАДЕЖНОСТЬ ТРАНЗИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 220 кВ

**Кобцев Б.В., студент 2 курса магистратуры, энергетический факультет**

Научный руководитель: Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор,

профессор кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

mail257g@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрено влияние несимметрии и несинусоидальности напряжения на надежность электроснабжения, а также разработаны рекомендации по их устранению

**Ключевые слова:** качество электроэнергии, электроэнергетическая система, тяговая подстанция, источник искажения, несинусоидальность напряжения, гармонические составляющие напряжения.

Основная системообразующая электрическая сеть Амурской области непосредственно связана с тяговыми подстанциями. Ввиду значительного объема резкопеременной нелинейной и однофазной нагрузки показатели качества электроэнергии (ПКЭ) в таких сетях выходят за пределы, установленные нормативными документами. Отсюда, происходит ухудшение ПКЭ в сетях 220 кВ, что ведет к негативным последствиям: увеличению потерь электроэнергии, нарушению режимов работы электроприемников потребителей, дополнительным отклонениям и колебаниям напряжения. Также снижение качества электроэнергии (КЭ) оказывает существенное влияние на надежность электроснабжения: снижение напряжения в распределительных сетях приводит к уменьшению пропускной способности, появление высших гармоник тока приводит к ложному срабатыванию устройств релейной защиты, нарушение системы напряжений может привести к перегруженную фаз электроприемников, что может привести их к выходу из строя. Все перечисленные примеры показывают связь КЭ и надежности электроснабжения.

Целью статьи является исследование влияния КЭ на показатели надежности транзита электроэнергии в сетях 220 кВ с тяговой нагрузкой.

Наиболее серьезные нарушения КЭ в питающей сети 220 кВ возникают в связи с работой резкопеременной нелинейной и однофазной нагрузки – электрифицированным железнодорожным транспортом. Подключенная в сеть резкопеременная нагрузка оказывает пагубное влияние на транзит электроэнергии.

В первую очередь нарушается кривая напряжения из-за появления в сети токов высших гармоник. При появлении любых высших гармоник напряжения (тока), возрастает амплитудное и действующее значение напряжения (тока). Воздействие тока второй гармоники с частотой 100 Гц аналогично воздействию тока обратной последовательности, тока третьей гармоники с частотой 150 Гц – проявлению тока нулевой последовательности. Появление токов более высоких гармоник в сетях 220 кВ вызывает поверхностный эффект в проводниках, что приводит к их повышенному нагреву и нагреву изоляции, к увеличению диэлектрических потерь в конденсаторах, кабелях. Несинусоидальный ток вызывает дополнительные потери мощности в трансформаторах, электрических машинах, линиях электропередачи. Они перегружают конденсаторные батареи, вызывая их вспучивание и выход из строя. При наличии токов высших гармоник в силовых трансформаторах появляются вихревые индукционные токи (токи Фуко), которые растут примерно пропорционально квадрату частоты. В связи с этим, на оборудовании, установленном на тяговых подстанциях, наблюдается ослабление изоляции, что приводит к увеличению количества отказа электрооборудования.

Высшие гармоники тока и напряжения в сети вызывают расстройство работы устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Высшие гармоники напряжения суммируются с основной гармоникой, тем самым способствуют повышению действующего значения напряжения. Из-за этого может произойти ложное срабатывание защит и последующим отключением линии электропередачи и сетевого оборудования, подключенного к тяговым подстанциям, что нарушает надежность электроснабжения и увеличивает токовую загрузку элементов сети.

Отсюда можно сделать вывод, что появления несинусоидальности напряжения оказывает влияния на надежность транзита электроэнергии в магистральных, так как увеличивается количество отказов электрооборудования, подключенного к тяговым подстанциям.

Помимо появления несинусоидальности напряжения нарушается симметрия трехфазной системы. Наличие несимметрии токов и напряжений в трехфазной системе приводит к появлению дополнительных потерь мощности, особенно при работе однофазных электроприемников и дополнительному нагреву изоляции оборудования. Трехфазное напряжение с высоким коэффициентом несимметрии напряжений приводит к несимметричному потоку внутри сердечника трансформатора, что может привести к повреждению трансформатора и выходу его из работы.

Также несимметрия напряжения оказывает влияние на РЗА. Происходит нарушение чувствительности реле защит, что приводит к ложным срабатываниям или к отказу в срабатывании устройств РЗА.

Таким образом, несимметрия напряжения оказывает существенное влияние на надежность транзита электроэнергии в магистральных сетях, так как увеличивается количество отказов электрооборудования, а также нарушается безопасность энергосистемы из-за возможности несрабатывания РЗА.

Для повышения надежности передачи электроэнергии необходима организация мероприятий для обеспечения допустимых показателей качества электроэнергии. Одним из наиболее эффективных способов устранения высших гармоник в электрических сетях является применения активных и пассивных фильтров высших гармоник. Пассивные фильтры гармоник построены по простейшей схеме с последовательным соединением конденсаторной батареи и реактора. Фильтры целесообразно располагать на стороне 27,5 кВ на плечах питания тяговой сети подстанции и с каждой стороны межподстанционной зоны. Активные фильтры в свою очередь представлены в виде автономного инвертора позволяет повысить поглощающие свойства фильтров практически на весь спектр высших гармоник.

Для устранения несимметрии целесообразно применять симметрирующие устройства, которые позволяют снижать уровни несимметрии. Реализуются они с помощью изменения величины емкости конденсатора или индуктивности катушки. Так же одним из способов снижения несимметрии является применение межфазных переменных сопротивлений. Техническим решением данного способа является введение дополнительного межфазного переменного сопротивления.

Таким образом, в статье рассмотрено влияние несинусоидальности и несимметрии напряжения на транзит электроэнергии в магистральных сетях, а также предложены мероприятия по повышению надежности транзита электроэнергии и улучшению ПКЭ.

### **Библиографический список**

1. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 2000.
2. Черепанов А.В. Влияние несимметрии напряжений на энергоэффективность. – М.: Вестник ИГУ, 2017. – 207-217 с.

## ПЛАВКА ГОЛОЛЕДА КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**Коржова О.Н., студент 1 курса магистратуры, энергетический факультет**  
Научный руководитель: Мясоедов Ю.В., канд. техн. наук, профессор кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
korzholya@mail.ru

**Аннотация:** В данной статье рассмотрена необходимость осуществления своевременной плавки гололеда на линиях электропередачи для увеличения надежности электроснабжения. Рассмотрены причины возникновения гололеда. Рассмотрены методы плавки гололеда. Проанализирована надежность электроснабжения во время проведения плавки гололеда.

**Ключевые слова:** плавка, гололед, линия, надежность, метод/

Актуальность выбранного для исследования вопроса связана с большим количеством аварий в электрических сетях, происходящих из-за неблагоприятных погодных условий, связанных с интенсивной гололедно-ветровой нагрузкой. Участвовавшие аварии на ЛЭП связаны, по-видимому, с общим потеплением климата и потребуют немало сил и средств на их предотвращение [1].

В связи с этим следует рассмотреть последствия возникновения гололеда, исследовать широко используемые и инновационные методы плавки гололеда, оценить надежность электроснабжения при плавке гололеда.

Рассмотрим влияние гололеда на провод марки АС-185/43. Данный провод имеет массу 846 кг на километр длины. При толщине гололеда 20 мм его масса увеличится в 3,7 раза, при толщине 40 мм в 9 раз, а при толщине 60 мм - в 17 раз [2]. Увеличение массы провода приводит к выводу из строя линейного оборудования и опор, поддерживающих провод.

Для уменьшения количества аварий, связанных с выходом из строя линейного оборудования, покрытого слоем льда, необходимо своевременно проводить плавку гололеда.

Эксплуатирующие энергетические организации могут проводить плавку гололеда несколькими способами. Одним из методов, получившим широкое распространение, является метод наложения. При его использовании на рабочий ток линии накладывается постоянный либо переменный ток, генерируемый посторонним источником. Данный метод не требует отключения потребителей.

Метод наложения переменного тока применяется в сетях напряжением до 110 кВ и ниже с сечением проводов до 300 мм. Применение метода наложения постоянного тока осуществляется с использованием устройств плавки гололеда (УПГ) с выпрямительными установками. УПГ размещается в узле электрической сети, от которого отходит максимальное количество линий, подлежащих обогреву. Напряжение источника переменного тока и его мощность должны быть в 5-10 раз больше, чем для источника постоянного тока, поэтому экономически целесообразна плавка гололеда при помощи постоянного тока.

На воздушных линиях напряжением 6-10 кВ плавка гололеда осуществляется с помощью токов однофазного, двухфазного и трехфазного короткого замыкания. Для этого в ТП устанавливаются специальные трансформаторы, используемые только для плавки гололеда. Такие трансформаторы обеспечивают ток плавки, больший или равный длительно допустимому току нагрузки. Данный способ не находит широкого применения из-за установки дополнительного дорогостоящего оборудования и перехода воздушных линий на самонесущий изолированный провод (СИП).

Инновационным методом плавки гололеда является метод, основанный на скин-эффекте. Скин-эффект состоит в том, что токи высокой частоты, в отличие от постоянного тока, не распределяются равномерно по сечению проводника, а концентрируются в очень тонком слое его поверхности [3]. Токи высокой частоты генерируются мощными радиопередатчиками, которые подключаются к проводам ЛЭП через устройство согласования с нагрузкой.

Для локальной плавки гололеда применяется мобильная установка, которая представляет собой контейнеровоз с электрооборудованием и дизельной электростанцией, обеспечивающей ее питание. Установка подключается к воздушной линии с помощью гибких кабелей и нагревает провода током.

При проведении плавки гололеда уменьшается надежность электроснабжения потребителей, так как некоторые методы требуют отключения части линий или увеличения нагрузки в определенном узле. Эффект же от плавки гололеда заключается в повышении надежности благодаря уменьшению количества аварий, происходящих на воздушных линиях в холодное время года.

В условиях эксплуатации целесообразно использовать Приказ Минэнерго России [4], который направлен на установление требований к оснащению воздушных линий схемами плавки гололеда и эксплуатации указанных схем, а также проведению плавки гололеда.

Из всего вышесказанного можно сделать выводы о повышении надежности электроснабжения при своевременном проведении плавки гололеда, о необходимости внедрения инновационных методов плавки гололеда, а также об оценке возможности их применения при сохранении функциональной надежности электроснабжения потребителей.

### **Библиографический список**

1. Каганов В.И. Как расплавить лёд на проводах ЛЭП // Наука и жизнь. – 2008. – С. 8.
2. Дьяков А.Ф., Засыпкин А.С., Левченко И.И. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях. - Пятигорск: Изд-во РП «Южэнерготехнадзор», 2000 с.
3. Елизарьев А.Ю., Валеев А.Р. Плавка гололеда на воздушных линиях электропередачи без отключения потребителей // Вестник УГАТУ. – 2015. – Т. 19. - № 4. – С. 59-65.
4. Приказ Минэнерго России от 19.12.2018 № 1185 «Об утверждении требований по плавке гололеда на проводах и грозозащитных тросах линий электропередачи», регистрационный номер № 53476.

## ПРИЕМ И ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИИ ПЕРВОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО СПУТНИКА ДФО - «AMGU-1» («AMURSAT»)

**Кунахов А.П.**, студент 4 курса бакалавриата, инженерно-физический факультет;  
**Бескоровайна Е.А.**, студент 3 курса специалитета, инженерно-физический факультет;  
**Винникова А.В.**, студент 3 курса специалитета, инженерно-физический факультет;  
**Кузьменков В.С.**, студент 3 курса специалитета, инженерно-физический факультет;  
**Олейник И.А.**, студент 2 курса бакалавриата, факультет математики и информатики  
Научный руководитель: Фомин Д.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,  
директор научно-образовательного центра  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
pavlovic\_1982@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлен результат обработки телеметрии принятой со спутника «AmGU-1» («AmurSat») о силе тока солнечных панелей космического аппарата, поскольку данная информация может послужить основой для определения положения спутника относительно Солнца во время проведения сеанса связи.

**Ключевые слова:** телеметрия, спутник, солнечные панели, ориентация по Солнцу

В 2019 г. в Амурском государственном университете при технической поддержке Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ) был создан первый университетский спутник ДФО - «AmGU-1» («AmurSat»). Основной полезной нагрузкой малого космического аппарата (МКА) стал прибор «Фотон-Амур» для исследования новых фотопреобразователей, полностью разработанный в студенческом конструкторском бюро Научно-образовательного центра АмГУ. Также в состав спутника вошли прибор «ДеКор» разработки НИИЯФ МГУ (мониторинг космической погоды на низких околоземных орбитах), и приемник АЗН-В [1].

Запуск «AmGU-1» («AmurSat») состоялся с космодрома Восточный 5 июля 2019 года в конфигурации попутной полезной нагрузки со спутником «Метеор-М» №2-2 на ракете-носителе «Союз-2.1б» (с разгонным блоком «Фрегат»). МКА был выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 530 км, в дальнейшем с ним была установлена устойчивая радиосвязь, которая в настоящее время осуществляется на базе Амурского центра управления полетами (АЦУП), организованном на базе АмГУ. В данной работе представлен результат обработки принятой студентами со спутника телеметрии. Наибольший интерес представляют данные о силе тока солнечных панелей МКА. Солнечные панели расположены на гранях спутника и имеют разную степень освещенности в зависимости от положения граней МКА относительно Солнца. Полученная информация может позволить определить расположение спутника в зоне радиовидимости относительно Солнца.

Прием данных, поступающих с борта КА, осуществляется в Амурском ЦУП в формате 4k8 GMSK Mobitex (CMX990) на частоте 436,25 МГц. Размер передаваемой информации от каждой солнечной панели составляет 2 байта. Основной измеряемой величиной является сила тока  $I(A)$ . Для уверенного приема сигнала со спутника было организовано рабочее место, включающее трансивер ICOM IC-9700, кроссполяризационные антенны, МШУ AG-35 и поворотное устройство YAESU G-5500 [2].

Результат обработки телеметрии представлен в виде графиков зависимости силы тока солнечных панелей МКА от даты и времени приема телеметрической информации (рисунок 1). Информация предоставлена за период 16.07.2019 – 11.09.2019.

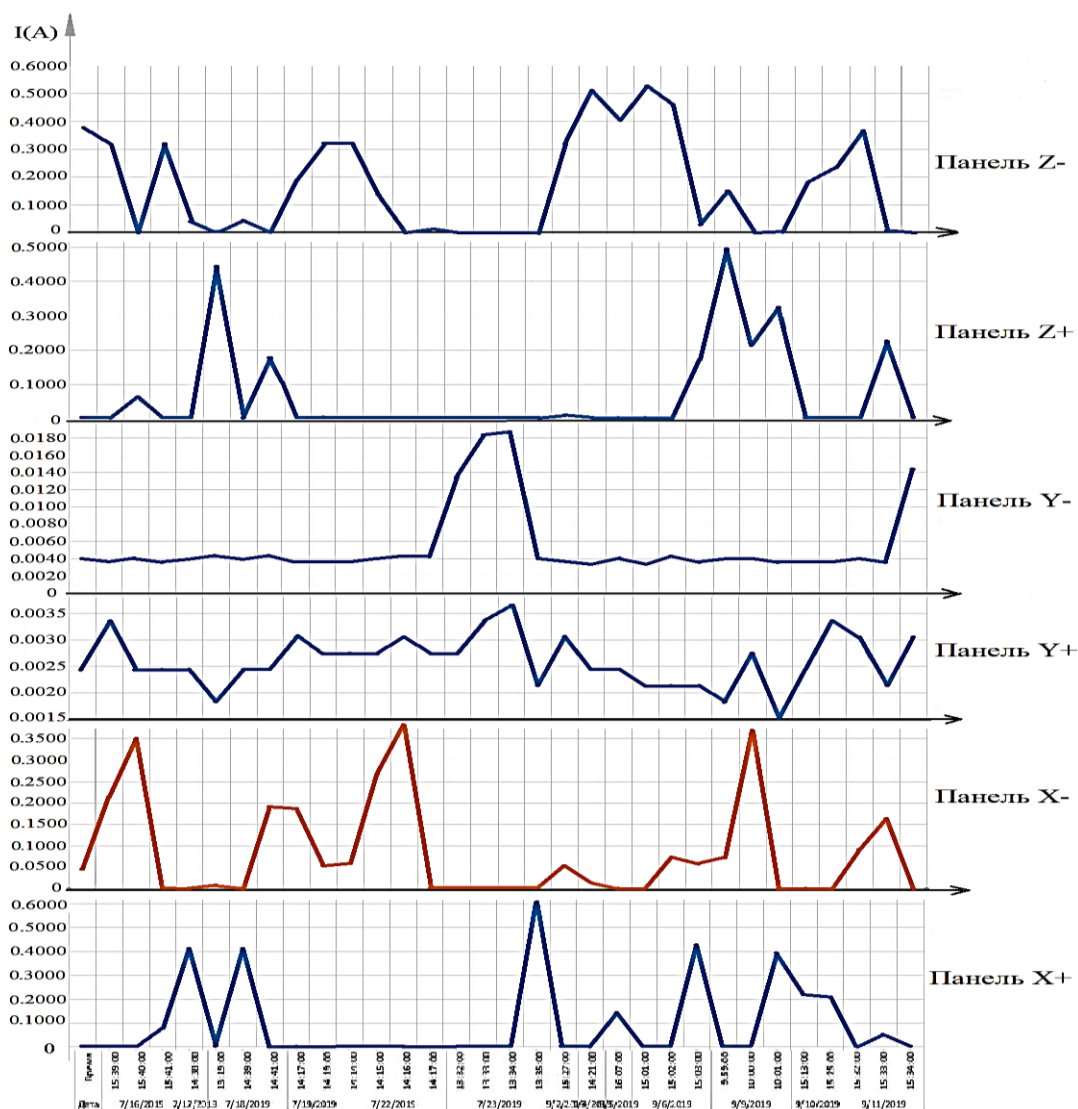


Рисунок 1 – графики изменения силы тока солнечных панелей «AmGU-1» («AmurSat»)

Таким образом, в данной работе представлены результаты приема и обработки телеметрии спутника «AmGU-1» («AmurSat»). Полученная в ходе обработки информация о силе тока солнечных батарей будет использована для отработки оригинального метода определения положения МКА относительно Солнца. На данный момент прием и обработка телеметрии продолжаются.

### Библиографический список

1. АМГУ-1» («АМУРСАТ») - ПЕРВЫЙ СПУТНИК АМГУ / Фомин Д.В./ В сборнике: Космонавтика: наука и образование Сборник материалов Всероссийской научной конференции. Ответственный редактор В.В. Соловьев. - 2019. - С. 15-18.
2. АМУРСКИЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ПОЛетаМИ»: СТАНОВЛЕНИЕ И СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ / Г.А. Лебедев, Д.В. Фомин, А.Д. Плутенко, А.В. Козырь, С.С. Волгин/ XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства (Москва, 28-31 января 2020 г.) : сборник тезисов : в 2 т. / Российская академия наук-Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. - С. 223-225.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

**Кустов Д.Ф.**, студент 3 курса бакалавриата, энергетический факультет  
Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетика  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
kustov.danil\_1999@mail.ru

**Аннотация.** В современных условиях, когда рациональное использование энергоресурсов стало одним из приоритетных направлений энергосберегающей политики государства, довольно остро стал вопрос поиска новых, нетрадиционных источников тепловой и электрической энергии. Одним из таких источников является солнечная энергетика. Солнечная энергетика - направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде.

**Ключевые слова:** солнечная энергетика, Амурская область, солнечный коллектор, трансформатор, энергосбережение.

На территории Амурской области малочисленное население и строительство любых крупных инфраструктур очень дорого, необходимо с самого начала создавать современную модульную инфраструктуру, которую сегодня часто называют «зеленой». Например, возобновляемые источники энергии, которые действуют локально. А не огромные энергетические объекты прошлого поколения, не ЛЭП, которые на тысячи километров транслируют электроэнергию.

Гелиопотенциал Амурской области представлен солнечной радиацией с количеством солнечных дней в году 326 в районе г. Благовещенска, в других районах области плюс-минус 13-16 дней. Продолжительность солнечного сияния возрастает с севера на юг, при снижении с запада на восток (в пределах 2-7 %), при этом продолжительность солнечного сияния составляет на севере 45 %, на юге 65 % от астрономически возможного. Децентрализованное горячее водоснабжение объектов различного назначения обеспечивается с помощью установки солнечных коллекторов. Солнечный коллектор площадью 1 м<sup>2</sup> позволяет получить в сутки в летнее время до 80 л. Воды, нагретой до 70-80°С.

В работе рассматривается возможность применения солнечных коллекторов для сушки обмоток трансформатора.

Трансформаторный цех располагает установкой для сушки обмоток трансформаторов. Установка представляет собой коробчатый каркас из стального уголка размерами 2500×1740×2920 мм. Каркас обложен шамотным кирпичом в два слоя. Внешние стены закрыты стальными листами толщиной 1мм. Нагрев камеры – электрический, нихромовой полосой сечением 15×3 мм, уложенной спирально на стержнях в стене по боковым стенкам. Питание спирали напряжением  $U_c = 380$  В, двухфазное, что вызывает неравномерность нагрузки при общей потребляемой мощности  $P = 105$  кВт. У камеры отсутствуют технологические отверстия для подачи и отвода воздуха – нет рециркуляции. Пары лака и растворителей в нагретом воздухе создают взрыво- и пожароопасную обстановку, вырываясь через двери, они ухудшают условия труда обслуживающего персонала. Двери камеры – распашные, не механизированные. Вкатывание, выкатывание тележки осуществляется вручную, увеличивается трудоемкость ремонтных работ. Прибор контроля температуры наработал большой срок и часто выходит из строя. Таймер отсутствует, оператор сам ведет учет времени.

Исходя из описания действующей сушильной установки, можно сделать вывод о несоответствии ее технологии, требованиям пожарной безопасности, условиям труда. Необходимо

произвести реконструкцию, выбрав способ сушки и конструкцию сушильной камеры с применением электрического нагрева. Электрический нагрев дает возможность достижения любой температуры. Коэффициент полезного действия нагревательных приборов достигает 95 % и выше.

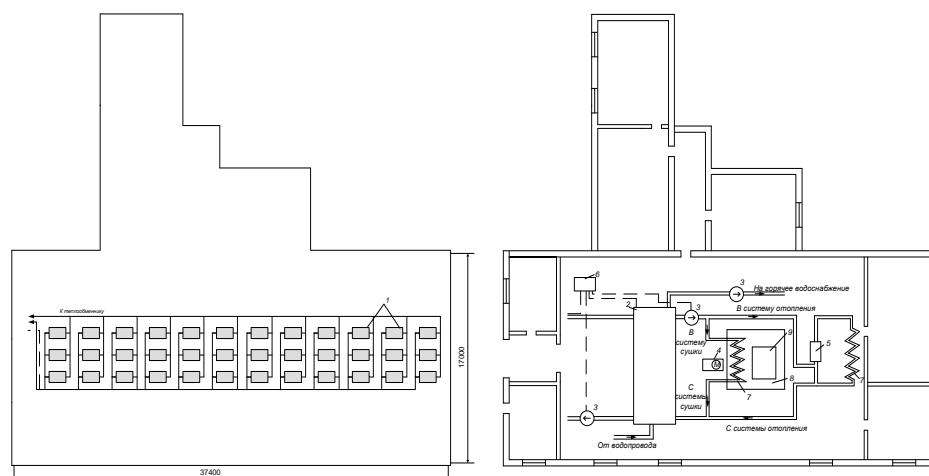


Рисунок 2 – План размещения технологического оборудования установки

Установленная мощность нагревательной установки 15,4 кВт, общая площадь поверхности солнечных коллекторов 17,6 м<sup>2</sup>.

Предлагается установка солнечных коллекторов. Для проектируемого объекта по расчетным значениям принимается коллектор, с техническими характеристиками: длина – 1624 мм; ширина – 1008 мм; высота – 100 мм; масса – 37 кг; тепловоспринимающая поверхность – 1,5 м<sup>2</sup>; рабочее давление – 0,6 МПа.

Количество коллекторов  $\frac{17,6}{1,5} = 11,7$ , принимается равным 12 шт.

Проект внедрения гелиоустановки потребует капиталовложений в размере 158,85 тыс. руб. Годовые эксплуатационные затраты будут равны 24,2 тыс. руб. Годовой экономический эффект от снижения затрат на электроэнергию составит 100,5 тыс. руб. Внедрение данного оборудования будет эффективно, так как срок окупаемости гелиоустановки 1,58 года, а коэффициент эффективности капиталовложений 0,63.

### Библиографический список

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин. – Интернет Инжиниринг, 2005. – 672 с.
2. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Издательское предприятие РадиоСофт, 2007. – 256 с.
3. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Уч. Пособие. Часть 1 / Г.В. Лукина. – Иркутск, ФГОУ ВПО, ИрГСХА, 2006. – 177 с.
4. Энергосбережение: Учебное пособие / В.М. Полонский, М.С. Трутнева. – М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2005. – 160 с.
5. Экономика сельскохозяйственного предприятия / И.А. Минаков, Л.А. Сабетова, Н.И. Куликов и др.; Под ред. И.А. Минакова. – М.: КолосС, 2004. – 528 с.

## РАСЧЕТ ИНСОЛЯЦИИ ПО ДАННЫМ NASA

**Левшин А.В., студент 3 курса, энергетический факультет**  
 Научный руководитель: Русинов В.Л., руководитель СКБ  
 «Промышленная робототехника и автоматизация»  
 ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
 levshin.18@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются данные инсоляции получаемые из таблиц времен СССР и из базы данных NASA. Показан пример таблицы инсоляции, которая формируется по запросу к базе данных метеорологических наблюдений со спутников.

**Ключевые слова:** Фотоэлектрическая установка, фотопанель, радиация, инсоляция.

Для расчёта фотоэлектрической установки (ФЭУ) и выбора числа и мощности фотопанелей (ФП) необходимо определить величину солнечной радиации – инсоляцию [1]. Причем необходимо учитывать географическое расположения ФЭУ и наклон фотопанелей. Эта величина определяется по таблицам усредненной среднемесячной энергии солнечного излучения (инсоляции) с учетом погодных условий. В данных таблицах [2] только для крупных городов есть значения инсоляции для различных углов наклона панели к горизонту, например для г. Владивостока (43,1° с.ш.), таблица 1.

Таблица 1 – Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации, кВт·ч/м<sup>2</sup>

0° (гор.)	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
0° (гор.)	72.7	93.2	130.0	135,1	143.9	129.2	124.3	124.8	119.1	94.3	64.6	57.8	1289.5
50°	169.0	171.8	173.0	138.1	121.1	109.6	109.1	121.7	144.1	147.5	130.3	139.5	1681.3
90° (верт.)	177.0	166.0	139.2	90.2	74.9	64.4	66.9	79.0	105.2	126.8	127.7	147.1	1364.2
враще- ние во- круг поляр- ной оси	194.9	211.1	227.0	189.3	178.9	150.6	142.8	164.3	194.2	184.0	151.9	157.6	2146.7

Тогда, как для многих других городов, приводятся данные только для горизонтального расположения панели, например для г. Благовещенск Амурской обл., таблица 2.

Таблица 2 – Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м<sup>2</sup>

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
113	214	398	515	674	708	716	544	373	197	113	80

К счастью, в наше время, можно воспользоваться услугами космических технологий. Изучением солнечной активности во всех регионах нашей планеты занимается Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). Круглосуточно спутники следят за деятельностью солнца и заносят полученную информацию в таблицы [3].

На сайте [larc.nasa.gov](http://larc.nasa.gov) необходимо воспользоваться сервисом POWER Data Access Viewer, с помощью которого на интерактивной карте выбрать нужное месторасположение ФЭУ, затем выбрать из предлагаемого меню необходимые параметры инсоляции и указать

формат выводимых данных. В результате получим таблицу со среднемесячной инсоляцией в день, например на рисунке 1 показана таблица инсоляции для Санкт-Петербурга.

Таким образом, функционал сервиса POWER Data Acces Viewer, позволяет получать информацию по солнечной радиации любой точки земной поверхности.

**Monthly Averaged Radiation Incident On An Equator-Pointed Tilted Surface (kWh/m<sup>2</sup>/day)**

Lat 59.944 Lon 30.323	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
SSE HRZ	0.43	1.19	2.46	3.92	5.20	5.59	5.30	4.23	2.62	1.31	0.57	0.26	2.76
K	0.40	0.47	0.49	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.44	0.39	0.40	0.36	0.45
Diffuse	0.30	0.73	1.38	2.00	2.51	2.78	2.63	2.23	1.45	0.81	0.39	0.19	1.45
Direct	1.08	2.10	3.27	4.37	5.44	5.54	5.30	4.29	3.09	1.95	1.28	0.76	3.21
Tilt 0	0.41	1.19	2.44	3.89	5.25	5.65	5.37	4.24	2.57	1.29	0.58	0.26	2.77
Tilt 44	0.99	2.16	3.46	4.56	5.27	5.31	5.18	4.58	3.34	2.08	1.30	0.73	3.25
Tilt 59	1.09	2.29	3.49	4.37	4.85	4.81	4.72	4.31	3.29	2.15	1.42	0.82	3.14
Tilt 74	1.13	2.29	3.35	3.97	4.30	4.21	4.15	3.88	3.09	2.12	1.46	0.86	2.90
Tilt 90	1.10	2.17	3.01	3.38	3.51	3.38	3.36	3.25	2.72	1.97	1.42	0.85	2.51
OPT	1.13	2.31	3.50	4.57	5.52	5.76	5.51	4.67	3.34	2.16	1.46	0.87	3.40
OPT ANG	76.0	67.0	54.0	38.0	23.0	14.0	16.0	30.0	48.0	62.0	74.0	79.0	48.3

Рисунок 1 – Таблица среднемесячной инсоляции в день (кВт·ч/м<sup>2</sup>/д) для Санкт-Петербурга

Также разработчиками сервиса предлагаются API функции Windows для доступа к базе данных метеорологических наблюдений, которые могут быть использованы в онлайн калькуляторах.

### Библиографический список

1. Perpetum. – Режим доступа: <http://khd2.narod.ru/gratis/solbat.htm>. – 20.04.2020.
2. SOLBAT – Солнечные батареи: офиц. сайт. – 2001. – Режим доступа: <http://www.solbat.su/meteorology/insolation>. – 25.04.2020.
3. β-Energy Альтернативная энергия: офиц. сайт. – 2010. – Режим доступа: <https://www.betaenergy.ru/insolation/>. – 26.04.2020.

## ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЗЕЙСКОЙ ГЭС

Лисовский В.В., студент 2 курса бакалавриата, энергетический факультет

Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

caretaker28@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье предлагается применение солнечных модулей для уменьшения затрат на собственные нужды Зейской ГЭС, эффективность их применения подтверждается результатами расчётов потенциала солнечной энергии, возможной выработки электроэнергии и экономической эффективности.

**Ключевые слова:** инсоляция, солнечная электростанция, оценка потенциала солнечной энергии, оптимальный угол наклона солнечного модуля.

В настоящее время во всём мире наблюдается тенденция к комбинированию объектов традиционной генерации с возобновляемыми источниками энергии. Комбинирование солнечной и гидроэнергетики является наиболее эффективным.

Одним из наиболее перспективных регионов для использования солнечной энергии на Дальнем Востоке является Амурская область. В Амурской области в среднем 240 солнечных дней в году. Объектом для исследования была выбрана Зейская ГЭС.

В данной работе оценка потенциала солнечной энергии была выполнена с помощью созданной компьютерной программы, которая производит расчёты по методике, описанной в [1]. Согласно расчётам оптимальный угол наклона солнечных модулей равен  $49^\circ$ , годовой потенциал солнечной энергии составляет  $1843,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ . В течение года величина месячного значения инсоляции варьируется от  $52,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  в декабре до  $233,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  в июне. При вычислении инсоляции учитывались все составляющие солнечного излучения: прямое, диффузное и отражённое излучение. Результаты расчётов представлены на рисунке 1.

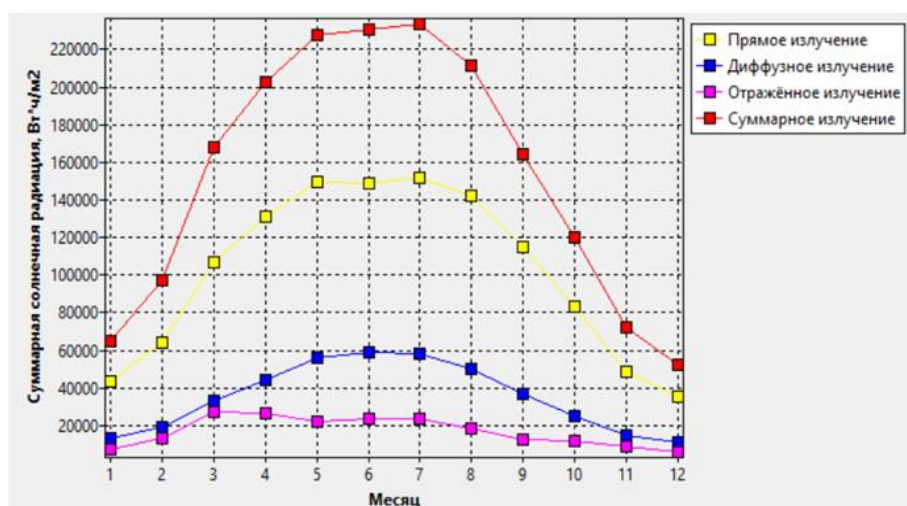


Рисунок 1 - График месячных значений инсоляции без учёта облачности при угле наклона солнечных модулей  $49^\circ$

В данной работе рассматривается структурная схема солнечной электростанции, при которой вся вырабатываемая электроэнергия передаётся в сеть энергосистемы. Такая схема наиболее эффективно использует генерируемую энергию, снижая потребления электричества из сети централизованного электроснабжения, и не требует дополнительного оборудования. В

качестве оборудования были выбраны гетероструктурные фотоэлектрические модули компании «Хевел» HVL-380/HJT и трехфазный сетевой инвертор Schneider Electric Conext CL 20000E.

Оптимальным вариантом размещения солнечных модулей является низовой откос плотины, так как это свободная и незатененная территория, площадь которой, согласно размерам плотины, составляет примерно 5000 м<sup>2</sup>. На данной территории поместится 2500 модулей выбранной модели. В итоге, номинальная мощность всей СЭС составит 950 кВт.

Расчёт почасовых значений мощности, выдаваемой СЭС в течение года, в данной работе произведён по формуле (1):

$$W(t) = Q(t) \cdot S \cdot \eta_{\text{мод}} \cdot \eta_{\text{инв}} \quad (1)$$

где  $W(t)$  – мощность, выдаваемая СЭС в  $t$ -ый час, Вт;  $Q(t)$  – мощность инсоляции, падающей на солнечный модуль в  $t$ -ый час, Вт/м<sup>2</sup>;  $S$  – площадь территории, занимаемой солнечными модулями, м<sup>2</sup>;  $\eta_{\text{мод}}$ ,  $\eta_{\text{инв}}$  – КПД солнечного модуля и КПД инвертора.

Согласно расчётам годовая выработка СЭС равна 1,716 млн. кВт·ч. В зимний период выработка составляет 0,199 млн. кВт·ч, в весенний - 0,556 млн. кВт·ч, в летний - 0,629 млн. кВт·ч, а в осенний 0,332 млн. кВт·ч. График выработки электроэнергии в течение года представлен на рисунке 2.

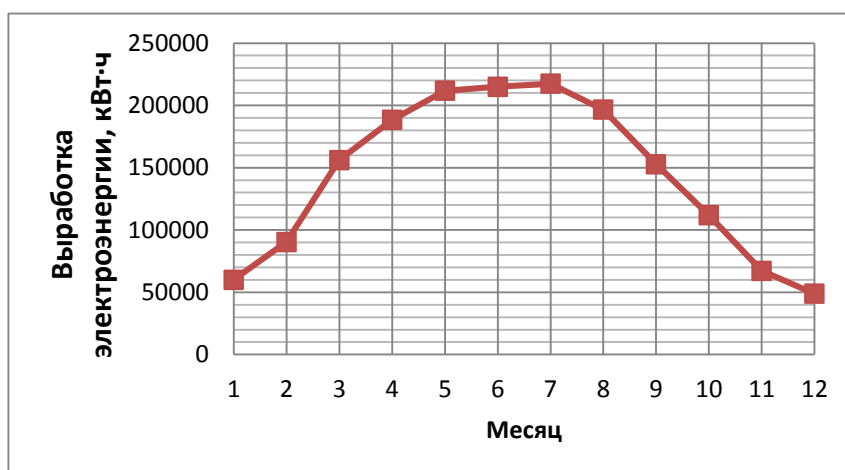


Рисунок 2 - График выработки электроэнергии СЭС в течение года

Также в данной работе была проведена оценка экономической эффективности СЭС. Общий объём капиталовложений, включая стоимость оборудования и его монтаж, составляет примерно 51,83 млн. руб., а эксплуатационные затраты – 0,52 млн. руб. Годовой экономический эффект равен 8,559 млн. руб., а срок окупаемости капиталовложений примерно 6,06 лет. Чистый доход за гарантийный срок производительности солнечных модулей, который составляет 25 лет, равен 162,15 млн. руб.

Таким образом, в данной работе проведено исследование ресурса солнечной энергии с целью его применения для снижения затрат на собственные нужды Зейской ГЭС, также рассчитана выработка электроэнергии и экономическая эффективность предполагаемой СЭС.

### Библиографический список

1. Виссарионов, В.И. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К.Малинин. - М.: Издательство МЭИ, 2008. – 276 с.

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

**Моисейченко О.В.**, студент 3 курса бакалавриата, энергетический факультет

Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

dgossya5@gmail.com

**Аннотация.** Объектам энергетики стал необходим высокий уровень автоматизации, когда практически все задачи могут осуществляться в цифровом виде, тем самым сокращая труд персонала и гарантируя высокий уровень автоматизированного управления. Объектом, удовлетворяющим данным требованиям является цифровая подстанция.

**Ключевые слова:** цифровая подстанция, протокол МЭК 61850, цифровизация, GOOSE-сообщения, microRTU

В настоящее же время, тенденция перехода на микропроцессорное оборудование становится все более актуальной, в том числе и для отечественной энергетики, и становится небезосновательно. Микропроцессорная элементная база подразумевает собой малые габариты, а также малое электропотребление и низкий уровень погрешности. Именно повсеместная замена старого оборудования, повлекшая за собой повышение уровня автоматизации, и побудила создать цифровую подстанцию, которая является наилучшим вариантом для реализации современных информационных технологий. ЦПС имеет целый ряд преимуществ перед традиционной подстанцией в силу новых конструктивных решений и высокого уровня автоматизированного управления: высокий уровень энергосбережения, более компактные размеры, а также высокая надежность.

Но у внедрения ЦПС есть и противники, так как этот процесс является затратным и должен быть экономически обоснованным. Важно отметить, что сам термин используется не только по отношению к вторичному оборудованию на подстанции и способу передачи данных между ними. Коммутационные аппараты, реакторы и прочее основное электрооборудование должно также удовлетворять критериям, свойственным для ЦПС. Но высокая развитость объекта в плане цифровых технологий еще не определяет его как цифровую подстанцию, поэтому процесс проектирования, а также конфигурацию систем автоматизации определяет международный протокол МЭК 61850, включающий в себя несколько глав. На основании данного протокола предъявляются требования к силовому электрооборудованию, а также по отношению к устройствам передачи данных, языку описания конфигурации для обмена данных и связи между подстанциями.

Таким образом, цифровая подстанция – это сложный энергообъект, удовлетворяющий всем требованиям протокола МЭК 61850 и обладающий высокой степенью автоматизации и контроля.

Одной из стран, которая не стала воспринимать реализацию цифровых подстанций в штыки, стала КНР. Еще в 2003 году в ней началась исследовательская работа по созданию ЦПС. Более чем за 10 лет уровень автоматизации пилотных подстанций существенно менялся, значительно продвигаясь вперед. Ведь для реализации такого объекта необходимостью является разработка Отечественного оборудования, соответствующего стандартам МЭК. Как результат, в настоящее время технология ЦПС в Китае стремительно развивается, а количество реализованных объектов данного типа говорит об их целесообразности. Но если в КНР уже давно существует база для создания ЦПС, то Отечественная энергетика только подходит к этому, и тот факт, что китайские технологии принципиально отличаются от Российских стан-

дартов поставил вопрос о создании собственных устройств для реализации цифровой подстанции. Таким образом, в 2011 году ведущие научно-производственные предприятия России (такие как ООО НПП «ЭКРА» и другие Отечественные лидеры) подписали соглашение, целью которого была разработка собственных аналогов китайских устройств, а также своей системы автоматизированного проектирования ЦПС. Именно этот толчок и дал начало для создания на территории РФ пилотных проектов цифровых подстанций. Лидером в этом вопросе стала компания ПАО «ФСК ЕЭС», которая активно инвестирует в цифровые проекты.

В качестве приоритета для Федеральной Сетевой Компании является цифровизация сетей Дальнего Востока, как развивающегося региона страны. Помимо того, что цифровизация затрагивает крупные транспортные системы ДФО, такие как Байкало-Амурская магистраль, так и территории опережающего развития, как город Хабаровск. Как результат, Дальний Восток является лидером по цифровизации энергосистемы, которая затрагивает не только совершенствование автоматики и алгоритмов: Так ФСК реализовало проект, который заключался в обследовании ЛЭП с помощью современных технологий - беспилотников. На основании данных, полученных при таком способе облета линий, протяженность которых составляет более 5 тысяч километров, была создана трехмерная модель, которая позволит анализировать состояние линий, что значительно облегчит решение вопросов, связанных с ремонтом и реконструкцией.

Помимо того, что в перспективе планируется строительство новых подстанций, уровень автоматизации которых будет соответствовать стандартам МЭК, будет произведена цифровизация действующих объектов – «Благовещенской» и «Петровск-Забайкальской» ПС. Такое решение позволит минимизировать риск возникновения аварий, а также сократит оперативный персонал, который занимается непосредственным обслуживанием. Сокращение персонала несет больше положительный характер, чем негативный, открывая дорогу новым и компетентным специалистам, имеющим дело с информационными технологиями. Немаловажным является и прокладка современных линий связи, которые позволят осуществить трансформацию электросетевого комплекса. В прошлом году ФСК перевела на телеуправление более 10 подстанций, что позволило сократить время на плановые переключения, повысить качество работы энергообъектов и сократить материальные расходы как результат снижения ошибочных действий в системе.

Реализация цифровых решений не только позволит усовершенствовать инфраструктуру ДФО, но и откроет путь новым специалистам, ежегодно выпускающихся из ВУЗов Дальнего Востока. Развитие цифровых решений позволяет не только сократить отток молодых кадров, но и повысить их квалификацию, тем самым возвращая специалистов, идущих нога в ногу с современными технологиями. Повышение уровня контроля и безопасности подразумевает собой как итог снижение рисков аварий и большую эффективность энергосистемы в целом. На реализацию многих проектов требуются инвестиции, что не означает убыточность компаний, а наоборот, способствует развитию региона.

### **Библиографический список**

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.248, 2017.
2. Протокол МЭК 61850. Коммуникационные сети и системы подстанций. Общий обзор для пользователей. Drew Baigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz;
3. Цифровая подстанция. Подходы к реализации. Алексей Данилин, Татьяна Горелик, Олег Кириенко, Николай Дони. //Энергетика. Электротехника. Связь. ЭЭПР. - № 3. - 2012.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Николаева Т.А., студентка 3 курса бакалавриата, энергетический факультет**

Научный руководитель: Проценко П.П., доцент, доцент кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

tanya-97-nikolaeva@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе производится оценка эффективности применения биогазовой установки на мегаферме «МилАНКа» с проектной мощностью 2200 голов и реальной мощностью 1200 голов.

**Ключевые слова:** биогаз, ферма, отходы животноводства, биогазовая установка.

Недостаток энергии, истощение топливных ресурсов и ухудшение экологического состояния окружающей среды демонстрируют необходимость перехода на альтернативные источники энергии.

Для производства электрической энергии биологический газ экономически выгодно использовать на свиноводческих и молочных фермах.

В качестве объекта исследования была рассмотрена мегаферма «МилАНКа» (с. Грибское Благовещенского района). В 2006 году компания АНК выиграла тендер на строительство мегафермы – самой крупной в Приамурье [1].

На мегаферме «МилАНКа» имеется огромное количество животноводческих отходов. Стимулом к их использованию для производства биологического газа является решение экологических проблем, а также получение высокоэффективных удобрений.

В настоящее время навоз с комплекса не утилизируется, а вывозится в отвалы [1]. Результаты эффективности биогазовой установки проектной и реальной мощности показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эффективности биогазовой установки

Расчётные формулы	1200 голов	2200 голов
Выход биогаза при полном разложении СОВ навоза $V_{ПОЛ}$ , м <sup>3</sup>		
$V_{ПОЛ} = n_{ЭК} \cdot m_{СОВ}$	1014,4 м <sup>3</sup>	1926,4 м <sup>3</sup>
Объём полученного биогаза при выбранной продолжительности метанового брожения $V_б$ , м <sup>3</sup>		
$V_б = V_{ПОЛ} \frac{n_t \%}{100}$	725,76 м <sup>3</sup>	1330,56 м <sup>3</sup>
Объём метантенка $V_M$ , м <sup>3</sup>		
$V_M = \frac{m_{СВ}}{n_V}$	1200 м <sup>3</sup>	2200 м <sup>3</sup>
Количество теплоты, необходимое для подогрева загружаемой массы до температуры брожения в сутки $Q_{ПОД}$ , МДж		
$Q_{ПОД} = m_{сутЭК} \cdot C_C (T_{ПР} - T_{ЗАГ}) \frac{1}{\eta}$	4872,69 МДж	8933,26 МДж

Продолжение таблицы 1

Количество теплоты, теряемое субстратом в процессе теплоотдачи через реактор в окружающую среду за час $Q_{ПOT}$ , Вт		
$Q_{ПOT} = kF(T_{пл} - T_{сред}) \frac{1}{\eta}$	2790 Вт	2790 Вт
Общие затраты энергии на поддержание процесса в сутки $Q_{общ}$ , МДж/сут		
$Q_{общ} = Q_{ПОД} + Q_{ПOT} \cdot 24 + (Q_{мех} \cdot t_{раб})$	5443,69 МДж/сут	9504,26 МДж/сут
Потенциальные запасы энергии биогаза, выработанного в сутки $Q_{выр}$ , МДж		
$Q_{выр} = V_{б} \cdot C_{б}$	15966,72 МДж	29272,32 МДж
Энергетический эффект установки $\mathcal{E}_{б}$ , Гкал/сут		
$\mathcal{E}_{б} = Q_{выр} - Q_{общ}$	2,513 Гкал/сут	6,765 Гкал/сут
Коэффициент товарности биогазовой установки $K_{ТОВ}$		
$K_{ТОВ} = \frac{Q_{выр} - Q_{общ}}{Q_{выр}} \cdot 100\%$	65,9	96,75

На основе расчетов можно сделать вывод, что коэффициент товарности биогазовой установки, выход биогаза и количество теплоты возрастают с увеличением числа голов. Таким образом, чем больше БГУ, тем выше ее рентабельность и короче сроки окупаемости.

Применение навоза с местных животноводческих ферм в качестве биологического топлива является эффективным решением многочисленных проблем, таких как:

утилизация навоза;

производство органических удобрений;

улучшение экологического состояния окружающей среды;

занятость населения в сельской местности (создание новых рабочих мест) [2].

Строительство биогазовой установки позволит компании не зависеть от повышения тарифов на электроэнергию и обеспечит доступ к недорогому электричеству и теплу.

### Библиографический список

Агрохолдинг АНК – Животноводство: [сайт]. URL: <https://ank-agro.nethouse.ru/cattle>.  
 ГОСТ Р 53790 – 2010. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам. Дата введения 2011 – 01 – 01. – Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 23 с.

## КОНСТРУКЦИЯ ЛАЙТБОКСА ДЛЯ ДОСВЕТКИ ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ

Пивкин А.А., Хаткевич В.Н., студенты 3 курса бакалавриата,  
электроэнергетический факультет

Научный руководитель: Пустовая О.А. канд.с-х.наук, доцент кафедры ЭиАТП  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ  
pus14@rambler.ru

**Аннотация.** В статье предложена конструкция лайтбокса для досветки тепличных растений, с возможностью изменения спектрального состава светового потока.

**Ключевые слова:** лайтбокс, световой поток, спектральный состав, облучение, светодиоды, управление.

Одной из существенных проблем производства овощной продукции в зимнее время является обеспечение необходимого светового потока его состава для досветки растений. В зимнее время практически на всей территории Российской Федерации наблюдается недостаток светового потока в следствии сокращения продолжительности светового дня, а для арктических территорий наступления полярной ночи. Кроме этого существенно меняется спектральный состав излучения в следствии изменения угла вхожа солнечного излучения в атмосферу.

Для компенсации светового потока и изменения спектрального состава нами разрабатывается осветительная установка, позволяющая изменять спектральный состав светового потока в зависимости от выращиваемой культуры.

Экспериментальная установка выполнена в виде лайтбокса (рис.1). Источником освещения служат светодиоды красного, зелёного, синего и белого цвета, так как предыдущие исследования показали, что эта длина волны оказывает положительное действие на овощные культуры, выращиваемые в теплицах.



Рисунок 1 – Конструкция лайтбокса

а. общая конструкция, б. конструкция осветительной установки

Представлена на рисунке 1 установка работает в режиме «салат» для которого спектральный состав характеризуется следующим соотношением: синий 20%, зелёный 40%, красный 40%.

Эксперимент с досветкой проводился в период с 15 января по 15 марта. Досветка осуществлялась в течении 12 часов, бокс был полностью изолирован от естественного освещения. Результат представлен на рисунке 2.а.



а. б.  
 Рисунок 2 – Лайтбокс в рабочем режиме  
 а. выращенный салат, б. выращенный редис

По окончании эксперимента выращенные растения салата имели цвет и размер характерный для данного сорта без признаков угнетения развития. Разница в росте была обусловлена неравномерностью досветки, так как более сильные растения закрыли световой поток для растущих рядом. Эксперимент показал, что предложенное соотношение спектра положительно повлияло на рост и развитие растений салата.

Второй этап эксперимента (рис.2.б) в период с 16 марта по 8 апреля в лайт боксе выращивались редис и укроп. Сведения о спектральном составе необходимом для их выращивания в литературе отсутствуют, поэтому было решено не менять и оставить соотношение спектра для салата. Эксперимент показал, что такая досветка положительно влияет на рост зелёной массы у редиса, однако не происходит формирования корнеплода. Укроп положительно отреагировал на используемый спектральный состав.

Таким образом используемый спектральный состав излучения положительно влияет на развитие зелёной массы растений. Однако стимулируется только развитие зелёной массы. Для получения корнеплодов необходимы дополнительные исследования.

### Библиографический список

1. Галиуллин Р.Р Эффективность использования светодиодных светильников в тепличном хозяйстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniyasvetodiodnyh-svetilnikov-v-teplichnyh-hozyaystvah>
2. Степанчук Г.В., Юдаев И.В, Жарков А.В. Энергоэффективная система облучения в теплице [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoeffektivnaya-sistema-oblucheniya-v-teplitse>
3. Тараканов И.Г. Новые облучатели в светокультуре [текст] Мир теплиц. -№5, 2012.
4. Ракутько С.А. Система контроля параметров источника света для облучения растений В сборнике: Актуальные проблемы электронного приборостроения [текст] – Материалы IX Международной конференции. Саратов: СГТУ, 2008.

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МЕЖСИСТЕМНЫХ ЛЭП 220-500 КВ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ЭНЕРГОСИСТЕМУ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ ДРУГИХ СУБЪЕКТОВ РФ

**Попов И.Д., студент 1 курса магистратуры, энергетический факультет**

Научный руководитель: Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
89146297819@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается надежность межсистемных ЛЭП 220-500 кВ, связывающих энергосистему Амурской области с энергосистемами других субъектов РФ, проводится расчет интенсивности отказа и вероятности отказа данных линий.

**Ключевые слова:** вероятность отказа, интенсивность отказа, линии электропередачи, опоры, энергосистема, потребители.

Межсистемные линии напряжением 220 кВ и выше предназначены для объединения и формирования единой энергосистемы на территории государства. На практике уже давно доказана эффективность объединения энергосистем.

Основные преимущества:

Надежность работы

Использование несомещения максимумов нагрузок

Меньшие резервы мощностей

Совместная работа тепло- и гидроэлектростанций

Использование более крупных агрегатов

Большая маневренность

Уровень надежности является тем фактором, который определяет бесперебойную передачу электрической энергии к потребителям [1]. По межсистемным линиям передаются большие объемы электроэнергии, иногда переток осуществляется в прямом и обратном направлениях. В связи с этим можно констатировать, что требования к надежности таких линий должны быть высоки.

Цель работы – определение основных показателей надежности межсистемных линий 220-500 кВ, связывающих энергосистему Амурской области с энергосистемами других субъектов РФ.

Для реализации данной цели определены объекты исследования и их параметры, отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры ВЛ

Название	Длина, км
ВЛ 220 кВ Амазар – Аячи\т	72,2
ВЛ 220 кВ Ерофей Павлович\т – Чичатка	52,7
ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская №1	429,48
ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская №2	423,85
ВЛ 220 кВ Призейская – Эльгауголь №1	268
ВЛ 220 кВ Юктали – Хани с отпайкой на ПС Олёкма	134,5

Для данных линий определим, вероятность безотказной работы в течении года  $p_o(t)$  (до текущего ремонта) [2].

$$p_0(t) = e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – интенсивность отказа, отказ/год.

$$\lambda = \frac{\omega_0 \cdot l}{100}, \quad (2)$$

где  $\omega_0$  - средняя частота отказов, 1/100 км,

$l$  – длина линии, км.

В таблице 2 представлена справочная информация, необходимая для расчетов [2].

Таблица 2 – Единичные показатели надежности ВЛ

U ном., кВ	Материал опор	Число цепей	$\omega_0$ , 1/100 км
220	металлические	1	0,5
500		1	0,2

Таблица 3 – Результаты расчетов

Название	$\lambda$ , отказ/год	$p_0(1)$
ВЛ 220 кВ Амазар – Аячи\т	0,144	0,866
ВЛ 220 кВ Ерофей Павлович\т – Чичатка	0,105	0,9
ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская №1	2,15	0,116
ВЛ 500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская №2	2,119	0,12
ВЛ 220 кВ Призейская – Эльгауголь №1	0,536	0,585
ВЛ 220 кВ Юктали – Хани с отпайкой на ПС Олёкма	0,269	0,764

В результате проведенных оценочных теоретических расчетов, представленных в таблице 3, можно сделать следующий вывод: все представленные ВЛ не смогут проработать без отказа в течение года до текущего ремонта. Это означает, что необходим сравнительный анализ по реальным отказам данных ВЛ, на основании большего количества информации, и, в случае подтверждения результатов, требуется рассмотреть комплекс мероприятий по повышению надежности.

### Библиографический список

1. Теория надежности в электроэнергетике : учеб. пособие / Н.В. Савина ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 214 с. : рис. - Библиогр.: с. 211.
2. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем. – М.: «Высшая школа», 1984.– 256с.

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ МАНИПУЛЯТОРОМ УР-4

**Потемкин М.С., студент 4 курса, энергетический факультет**

Научный руководитель: Русинов В.Л., руководитель СКБ

«Промышленная робототехника и автоматизация»

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

[mikhailpotemkin@yandex.ru](mailto:mikhailpotemkin@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка системы управления роботом манипулятором, с использованием тестового протокола обмена данными между ПК и МК для управления шаговыми двигателями приводящие в движение оси робота: X, Y, Z. Также представлено назначение и описание текстового протокола.

**Ключевые слова:** робот манипулятор, микроконтроллер, шаговый двигатель, управление.

Учебный робот "УР-4" входит в состав лабораторного стенда "Средства автоматизации и управления роботами-манипуляторами "САУ-РОБОТ" [1]. Робот установлен на металлическую платформу с координатной сеткой, рисунок 1. Движение звеньев робота осуществляется гибридными шаговыми двигателями (ШД).

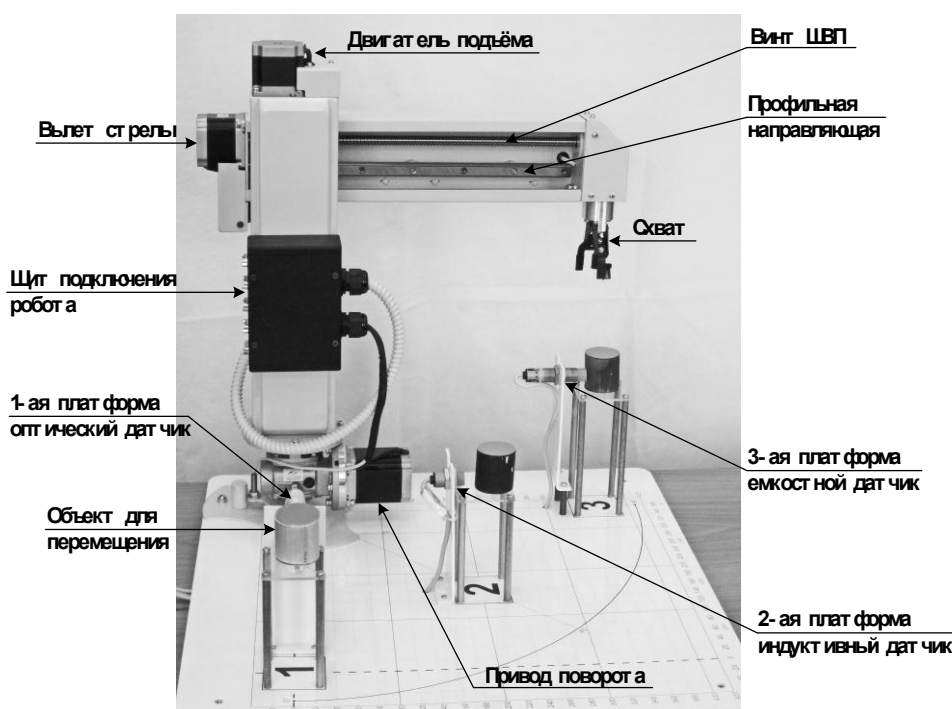


Рисунок 1 – Внешний вид "УР-4"

Для управления электроприводом по командам микроконтроллера или программного интерфейса персонального компьютера (ПК) разработана система управления, рисунок 2, в которой применена плата Arduino NANO V3 и драйверы шаговых двигателей (ДШД) TB6560-V2. Обмен данными осуществляется через USB интерфейс по разработанному протоколу, наподобие AT команд [2].

Создан набор AT команд для управления шаговыми двигателями установленными на звеньях робота. Команды «AT SX», «AT SY», «AT SZ», «AT SG» предназначены для передачи

числа шагов двигателям на осях робота. Команда «АТМ» задает режим удержания вала двигателей, с помощью команды передается двоичное число где 0-3 разряды соответствуют двигателям по осям X, Y, Z, G. 1-удержание вала, 0-отсутствие удержания вала. Команды «АТХ1», «АТХ2» и т.д. предназначены для управления роботом в ручном режиме с ПК, где 4 символ команды это ось робота, 5 символ направление вращения вала двигателя.

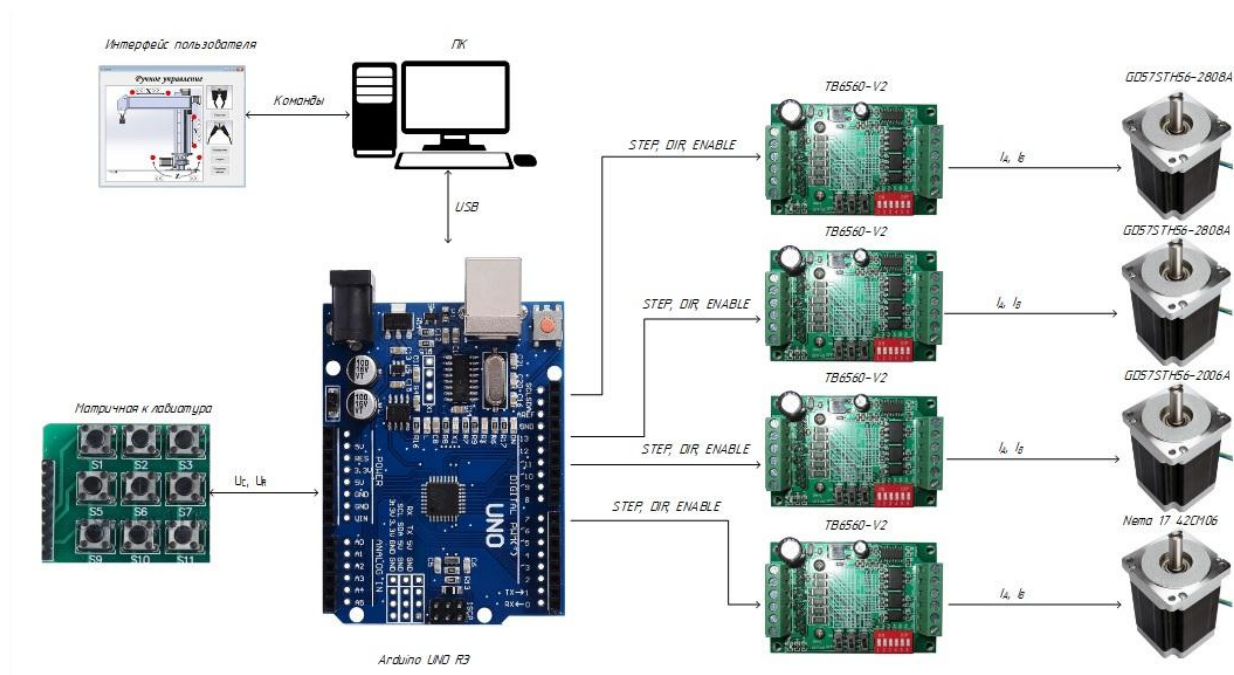


Рисунок 2 - Функциональная схема устройства

Для управления роботом в ручном режиме используется матричная клавиатура на 9 кнопок, этого количества достаточно для управления всеми осями робота и схватом. Состояние кнопок матричной клавиатуры опрашивается по истечению тайм-аута равного 50 мс. При истечении тайм-аута, начинается проверка нажатой кнопки для этого по столбцам клавиатуры подаются низкие уровни сигнала соответствующие 0 В, далее поочередно проверяются выходы МК к которым подключены строки на наличие низкого уровня сигнала. При нахождении низкого сигнала на одной из кнопок клавиатуры выбирается имя кнопки из массива с элементами соответствующими проверяемому столбцу и строки на которой был обнаружен низкий сигнал.

Разработанная система управления роботом манипулятором позволяет перемещать схват в цилиндрической системе координат по трем осям, в ручном режиме с помощью матричной клавиатуры или с использованием программного интерфейса персонального компьютера.

### Библиографический список

1. Русинов В.Л. Термоэлектрический модуль TEC1-12706 / В.Л. Русинов, В.И. Усенко // Вестник АмГУ. – 2017. – № 79. – С. 75-82.
2. Уроки программирования Arduino // mypractic.ru// URL: <http://mypractic.ru/uroki-programirovaniya-arduino-navigaciya-po-urokam> (Дата обращения: 24.02.2020).
3. Электроника для начинающих AVR-START.RU // <http://avr-start.ru/> // URL: <http://avr-start.ru/?p=1244> (Дата обращения: 22.03.2020).

## МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Рудаков М.А., студент 1 курса магистратуры, энергетический факультет**

Научный руководитель: Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
mishel.rud@mail.ru

**Аннотация.** Повышение пропускной способности воздушных линий обусловлено быстрым ростом потребления электроэнергии во всех странах мира. Растет число городов-мегаполисов, что требует обеспечения глубокого ввода мощности в центры городов и крупных промышленных предприятий. Так же растет потребность в налаживании надежных межси-стемных связей. Применение новых технологий в электроэнергетике и электротехнической промышленности позволяет решить эти задачи.

**Ключевые слова:** контроль пропускной способности, компенсация реактивной мощности, высокотемпературные провода

Под пропускной способностью понимается максимальная мощность, которая может быть передана по линии с учетом всех технических ограничений. К таким ограничениям относятся ограничения по: допустимому нагреву проводов; максимальным уровням напряжения по концам линии; статической и динамической устойчивости; максимально допустимому КПД линии; допустимым токам коммутационной аппаратуры.

Проанализированы основные способы повышения пропускной способности линий, применимые в современных условиях.

Оптимизация уровней напряжения.

Значительное повышение пропускной способности линий и снижение потерь электроэнергии в них достигается применением более высоких уровней номинального напряжения. При этом требуются усиление изоляции и расширение коридора, что связано с заменой изоляторов и изменением размещения проводов для обеспечения необходимых воздушных промежутков между ними и землей. Оптимизация уровней напряжения в целой системе способна оказать огромный положительный экономический эффект, но необходимо так же учитывать замену трансформаторного оборудования.

Высокотемпературные провода повышенной пропускной способности.

Преимущества, которые появляются при применении проводов с повышенной пропускной способностью по сравнению со стандартными линиями: повышенная надежность в зонах снегопадов, гололедообразования и тяжёлых ветровых районах; большая крепость жил и, следовательно, меньшая вероятность их обрыва; отсутствие разрушения жил; самодемпфирование; минимальные провисания; незатруднительный процесс разрушения обледенения; полутора — двукратное повышение пропускной способности при тех же условиях. Но есть недостатки: например стоимость за километр провода AERO-Z примерно в шесть раз выше по сравнению с проводом АС; сложные требования к защитной аппаратуре; трудности при монтаже в условиях низких температур. Но расходы на приобретение данных проводов довольно скоро окупаются при их внедрении за счет увеличения пропускной способности, сокращения объёмов аварийно-восстановительных работ из-за повреждения провода [1].

Увеличение пропускной способности электрических сетей достигается не только за счет их реконструкции, в частности линий, но и за счет подключения различного оборудования, предназначенного для компенсации реактивной мощности. Особое внимание нужно уде-

лять компенсации реактивной мощности у потребителей, так как главные приемники представляют собой асинхронные электродвигатели, коэффициент мощности которых без применения компенсирующих мероприятий может составлять 0,65–0,75. Меры по снижению реактивной энергии способствуют: снижению загрузки трансформаторов, увеличению продолжительности работоспособности, снижению нагрузки на токопроводящие жилы проводов, применению их наименьшего сечения повышению качества электрической энергии, снижению искривления вида напряжения), снижению нагрузочного явления на коммутационную аппаратуру по причине уменьшения токов, уменьшению затрат на стоимость передачи электрической энергии, а также позволяют обеспечивать качество электрической энергии.

Мониторинг пропускной способности линий электропередач.

Новый подход к вопросу повышения пропускной способности линий через автоматизированный сбор данных и автоматическое регулирование параметров системы с прогнозированием нагрузок. Система DTCR (Dynamic Thermal Circuit Rating) осуществляет в реальном времени наблюдение за нагрузкой ВЛ и погодой. Данные от датчиков, размещенных в критических точках ВЛ, передаются через систему телеизмерений телеуправления SCADA/EMS. Часть информации поступает с метеостанций.

Согласно полученным данным система рассчитывает пропускную способность ВЛ с учетом ветра, осадков, температуры воздуха, натяжения проводов. В расчеты включаются и силовые трансформаторы, питающие линию. По температуре масла в баке и условиям охлаждения определяется температура наиболее нагретых конструктивных частей внутри обмоток. С учетом тепловых постоянных времени достигается наиболее полное использование нагрузочной способности оборудования в динамике. Система DTCR непрерывно следит за нагрузкой, а также определяет допустимую перегрузку в течение 4 ч., 1 ч. и 15 мин [2].

Использование, в современных условиях, проанализированных методов увеличивает пропускную способность и энергоэффективность линий и электроэнергетических систем в целом, в особенности при их комплексном использовании.

### **Библиографический список**

1. Колосов С.В. Повышение пропускной способности ВЛ: анализ технических решений / С.В. Колосов, С.В. Рыжков: - М.: ЗАО НТЦ «Электросети». - 2011. - 36 с.
2. D.A. Douglass, D.C. Lawry, A. Edris and E.C. Bascom, "Dynamic thermal ratings realize circuit load limits," in IEEE Computer Applications in Power, Vol. 13, no. 1, pp. 38-44, Jan. 2000.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Сметанников А.Г., студент 1 курс бакалавриата, энергетический факультет**

Научный руководитель: Артюшевская Е.Ю., старший преподаватель кафедры энергетики,  
ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»  
kateona2006@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение топливных элементов и перспективы развития водородной энергетики. Проанализированы основные преимущества. Рассмотрены возможности развития и применения топливных элементов в энергоснабжении.

**Ключевые слова:** топливные элементы, водород, эффективность, технологии.

В современном мире наблюдается устойчивая тенденция роста энергопотребления, именно поэтому большой практический интерес представляет применение альтернативных источников получения энергии. В настоящее время потребности в энергии удовлетворяется в первую очередь за счет резервного ископаемого топлива, сгорание которого приводит к выбросу газов, ответственных за парниковый эффект и другие загрязнения. Это, в свою очередь, обостряет экологические проблемы, связанные с охраной окружающей среды. Кроме того, эти резервы ограничены и с каждым годом наблюдается тенденция к их уменьшению, что ведет к стремительному росту цен на топливо.

Активный интерес стал проявляться к системам энергообеспечения, использующим принцип работы топливного элемента (ТЭ). Основными преимуществами использования ТЭ являются высокий КПД работы (40–70 %), экологическая чистота, бесшумность, а также возможность использования в качестве топлива – водород, являющегося очень удобным энергоносителем, благодаря широким возможностям его генерации. Это все и обуславливает переход к водородной энергетике и применение топливных элементов, в основе использования которых лежит высокая эффективность преобразования водородного топлива и экологическая чистота.

Еще одной немаловажной причиной использования энергосистем на основе ТЭ является возможность их применения в регионах, куда доставка электроэнергии, получаемой традиционными способами, существенно затруднена, например, в условиях крайнего севера. Топливные элементы - гальванические элементы, в котором окислительно-восстановительная реакция поддерживается непрерывной подачей реагентов (топлива, например водорода, и окислителя, например кислорода) из специальных резервуаров. Важнейшая составная часть электрохимического генератора, обеспечивающая прямое преобразование химической энергии в электрическую.

Применение водорода в качестве топлива началось еще в XIX веке, когда французский изобретатель Франсуа Исаака де Риваз в 1806 году разработал самый первый в мире ДВС, потребляющий водородное топливо. Необходимую электрическую энергию он получал методом электролиза воды. Позже бельгийский изобретатель Жан Жозеф Этьен Ленуар заставил самоходный экипаж двигаться с помощью энергии водорода. Так бы водород и служил бы человечеству в качестве основного топлива, но в 1870 году в ДВС стали применять бензин, сведя на нет первые опыты с водородным топливом.

О водороде вспомнили только в блокадном Ленинграде в конце 1941 года, благодаря военному технику Б. И. Шелищу, который предложил использовать отработанный водородный газ от азростатов для заправки автотранспорта. Всего лишь за неделю группа техников переоборудовала на водородное топливо 600 грузовиков ГАЗ. После войны об этом изобретении снова забыли, перейдя опять на бензин [1].

Топливные элементы похожи на аккумуляторные батареи - они вырабатывают электричество в результате химической реакции. В отличие от этого, двигатели внутреннего сгорания сжигают топливо и таким образом вырабатывают тепло, которое затем преобразуется в механическую энергию.

К сожалению, в водороде, произведённом из природного газа, будет присутствовать СО и сероводород, отравляющие катализатор. Поэтому для уменьшения отравления катализатора необходимо повысить температуру топливного элемента. Уже при температуре 160 °С в топливе может присутствовать 1 % СО.

На данный момент очень перспективной выглядит возможность применения ферментов в качестве катализатора. Ферменты являются возобновляемым материалом, который можно производить в неограниченных количествах. Они дешевые, не отравляются основными примесями в дешевом топливе. Обладают специфическими преимуществами. Нечувствительность ферментов к СО и сероводороду сделала возможным получение водорода из биологических источников, например, при конверсии органических отходов.

Существуют различные типы ТЭ. Их обычно классифицируют по используемому топливу, рабочему давлению и температуре, а также по характеру применения, например: топливный элемент на ортофосфорной кислоте (PAFC), щелочной топливный элемент (AFC); топливный элемент с твердым электролитом (SOFC).

Основные преимущества применения топливных элементов:

1. Технология жидкого топлива позволяет решить проблему размещения водорода и обеспечивает практически неограниченную работу электропитания.
2. Благодаря тихой работе, малой массе, устойчивости к перепадам температур и функционированию практически без вибраций топливные элементы можно устанавливать вне здания, в промышленных помещениях/контейнерах или на крышах.
3. Подготовка к использованию системы на основе топливных элементов экономична и быстро реализуема, стоимость эксплуатации не высокая.
4. Топливо обладает способностью к биоразложению и представляет собой экологически чистое решение для городской среды.

Топливные элементы высокоэффективны и не производят большого количества парниковых газов, таких как углекислый газ, метан и оксид азота в воздух выделяется лишь водяной пар, что является безвредным для окружающей среды. Во всех промышленно-развитых странах утверждены национальные программы работ по водородной энергетике и топливным элементам, которые финансируются как правительствами этих стран, так и частными компаниями. С прогрессом в области разработки энергоустановок на основе ТЭ связывается надежда на решение проблемы обеспечения человечества возобновляемыми экологически чистыми энергоресурсами, а также возможность изменения и совершенствования системы энергоснабжения.

### **Библиографический список**

1. Кузнецов Д. Плюсы и минусы водородного топлива // Monster Auto, 2015. - URL: <http://www.monsterauto.ru/techno/plyusy-i-mi-nusy-vodorodnogo-topliva/> (дата обращения: 21.03.2020).
2. Полякова Т.В. Состояние и перспективы развития водородной энергетике / Т.В. Полякова // Вестник МГИМО Университета - 2012. – С. 156-164.

## СОРТИМЕНТНАЯ ЗАГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Сухинин П.С, Щербина Е.В., студенты 4 курса, бакалавриат,  
факультет природопользования

Научный руководитель: Жирнов А.Б., д-р .техн.наук наук, профессор кафедры лесного хозяйства и лесозэксплуатации

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
mile.il@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируется работа лесозаготовительной техники в странах ЕС при сортиментном способе заготовки древесины. Обобщаются виды лесозаготовок в европейских странах, а так же подчеркивается важность развития транспортных сетей и использования современных технологий для увеличения продуктивности работы в лесной промышленности

**Ключевые слова:** харвестер, форвардер, сортиментная заготовка, механизация лесозаготовительных работ

Сегодня трудно себе представить заготовку леса без харвестеров - рисунок 1 и форвардеров - рисунок 2. Лесозаготовка с помощью этих машин наиболее распространена в Европе. Как правило, харвестер и форвардер работают "в паре" и обеспечивают сортиментный или "скандинавский" метод заготовки древесины, разработанный в Швеции и Финляндии. Харвестер предназначен для валки деревьев, обрезки сучьев, раскряжевки и пакетирования сортиментов при сплошной рубке и рубке ухода. Спиливание дерева происходит у основания пилой с гидравлическим приводом за несколько секунд. Ствол захватывается харвестерным агрегатом, который осуществляет дальнейшую валку и раскряжевку. Обрезка сучьев осуществляется при протаскивании ствола через сучкорезные ножи. Современные харвестеры полностью автоматизированы и оснащены системой комплексного управления. Это увеличивает эффективность заготовки древесины, позволяя отслеживать такие параметры, как объем заготовки, техническое состояние машины, потребление топлива и т.д. Вся информация по раскряжевке, количеству и качеству вырабатываемых сортиментов отображается на дисплее компьютера, установленного в кабине оператора.



Рисунок 1 - Харвестер



Рисунок 2 - Форвардер

В среднем харвестер заготавливает порядка 5 тыс. м<sup>3</sup> древесины в месяц. По мнению специалистов компании Komatsu Forest, на объем заготовки влияет много различных условий, таких, как объем хлыста, условия и расписание работы, навыки оператора и т.д.[1].

Форвардер занимается сбором, погрузкой и транспортировкой сортиментов к местам складирования. По функциональности он полностью отличается от харвестера, поэтому требует другой эргономики и другой системы контроля. Работая на форвардере Valmet оператор

также может получать не только информацию о состоянии машины, но и о погруженной продукции. Встроенная функция поиска неисправностей информирует оператора сигналами, например, о необходимости замены фильтра или наличии проблем в топливной системе [2].

Сортиментная технология уже получила широкое распространение в России благодаря высокой продуктивности и бережному отношению к окружающей среде. Однако "скандинавский" метод лесозаготовки является выгодным не для всех предприятий лесного комплекса. Использование того или иного метода определяется спецификой деятельности каждого отдельного предприятия. Важно учитывать множество факторов: запросы конечного потребителя, сортименты и их стоимость, дальность транспортировки, наличие нижнего склада и пр.[4].

На сегодняшний день в мировом масштабе преобладающая часть заготавливаемой древесины использует ручной труд, но в развитых странах заготовка древесины почти полностью механизирована. Более развиты транспортные сети, что позволяет экономить до 10% топлива при транспортировке древесины. Решающим фактором является компетентность персонала: руководители, планировщики, вальщики и операторы машин – обладают необходимыми навыками и проходят соответствующее обучение.

Наиболее важными факторами, влияющими на продуктивность работы форвардера, являются вместимость сырья, условия местности и дальность перевозок. Вместимость сырья определяется величиной форвардера. Наименьший по техническим характеристикам форвардер, используемый для перевозок тонких бревен, вмещает около 8 тонн. Наибольший форвардер, предназначенный для транспортировки крупного леса, может вместить около 20 тонн. В общей сложности производительность зависит в равной степени от харвестера и форвардера. Обе машины выполняют работу в одном и том же районе по заготовке древесины, однако форвардер приступает к работе на 2-5 дней позднее харвестера. Для увеличения продуктивности трелевки используется система GPS (глобальная спутниковая система местопределения) для записи информации на каждый пакет о местоположении (географические координаты), а также сортименте и объеме леса. Система GPS также применяется для сбора данных по сети дорог для перевозки леса форвардером. Доступ к данной информации позволяет определить оптимальные маршруты для форвардеров[3].

Анализируя современные способы сортиментной заготовки с помощью харвестеров и форвардеров в странах ЕС приходим к выводу, что эффективность производства лесозаготовительной продукции зависит от природно-производственных условий, где проходит заготовка леса и технологической оснащенности энергетических средств занятых на заготовке древесины, в сочетании с оптимальными маршрутами вывозки леса.

### **Библиографический список**

1. Богатенко Т.С. журнал «Лесная индустрия» [электронный ресурс]. Факторы выбора лесозаготовительной техники\ Т.С. Богатенко – электронный журнал - выпуск № 4(30), сентябрь 2009г. – режим доступа: <http://www.lesindustry.ru/>
2. Аланне Х., Сюнев В.С. журнал «ResourcesandTechnology»[электронный ресурс]. Машинизация заготовки леса в Финляндии(состояние и перспективы)\ Х. Аланне, В.С. Сюнев – электронный журнал выпуск № 2, 1999г. – режими доступа: <http://rt.petrus.ru>
- 3.«Портал лесопромышленника» [электронный ресурс] \ Транспортные перевозки в лесной промышленности швеции\ - 15 октября 2003 г. – режим доступа: <http://www.drevesina.com>
4. И. Кузьминов. Первый лесопромышленный портал[электронный ресурс]. Лесной сектор Канады и России: перспективы заимствования западных инноваций в отечественном управлении лесами\ Кузьминов И. – август 2011 – режим доступа: <http://www.wood.ru/ru>

## ШИМ-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ПЕЛЬТЬЕ

Тихомиров А.К., студент 3 курса, энергетический факультет

Научный руководитель: Русинов В.Л., руководитель СКБ

«Промышленная робототехника и автоматизация»

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка системы регулирования мощностью термоэлектрического модуля (ТЭМ) Пельтье с помощью широтно-импульсной модуляции. Система состоит из блока питания, ШИМ-регулятора, сглаживающего LC-фильтра и ТЭМ типа ТЕС1-12706.

**Ключевые слова:** термоэлектрический модуль Пельтье, ШИМ-регулятор, индуктивность, емкость.

Термоэлектрический модуль Пельтье – это устройство, которое создаёт разность температур (нагревание или охлаждение) на своих поверхностях при протекании электрического тока, рисунок 1 [1].



Рисунок 1 – Термоэлектрический модуль Пельтье

Так как термоэлектрический модуль Пельтье состоит из полупроводников разных материалов (р, n - типов), то при протекании тока через эти полупроводники – один из них выделяет энергию, а другой поглощает, что и приводит к нагреванию или охлаждению поверхностей [2].

Чтобы изменять температуру холодной стороны, необходимо регулировать величину тока, потребляемого ТЭМ. Для этого можно использовать источник постоянного напряжения, ШИМ-регулятор и LC-фильтр, собранные по схеме, рисунок 2.

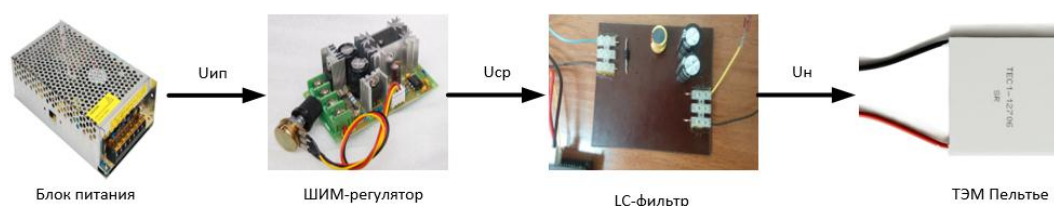


Рисунок 2 – Структурная схема ШИМ-регулятора ТЭМ Пельтье

Использование ШИМ заключается в регулировании среднего значения напряжения путем изменения коэффициента заполнения. Среднее значение напряжения  $U_{ср}$  равно произведению напряжения источника питания  $U_{ип}$  и коэффициента заполнения  $D$ :

$$U_{ср} = U_{ип} \cdot D. (1)$$

Из-за каждого включения – выключения ТЭМ деградируют полупроводниковые кристаллы. Производители элементов Пельтье нормируют количество циклов старт-стопов, для бытовых модулей порядка 5000 циклов. Пульсации тока через элемент Пельтье не должны превышать 5 %. Поэтому, необходимо импульсный сигнал после выхода ШИМ необходимо сглаживать, чтобы пульсации тока не превышали допустимой величины. С этой целью проектируется LC-фильтр, рисунок 3.

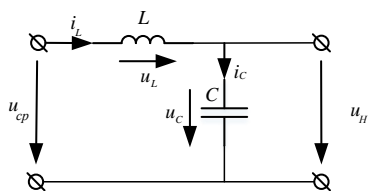


Рисунок 3 – Схема LC-фильтра

Расчёт фильтра производится для следующих параметров схемы, рисунок 2,: коэффициент сглаживания  $s=20$ ; период ШИМ  $T=40$  мкс; ток нагрузки при минимальном коэффициенте заполнения  $I_n=5$  А, напряжение нагрузки  $U_n=15$  В, минимальный коэффициент заполнения  $D_{\min}=0,2$ , частота ШИМ  $f=25$  кГц, сопротивление нагрузки  $R_n=3$  Ом.

Расчёт параметров элементов L и C схемы, рисунок 3.

Значение емкости  $C_p$  по первому условию (апериодичности) [3, с. 189]:

$$C_p = \frac{\sqrt{s}}{\pi \cdot f \cdot R_n} = \frac{\sqrt{20}}{3,14 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 3} = 18,98 \text{ мкФ.} \quad (2)$$

Принимаем:  $C_p = 20$  мкФ.

Проверяем по второму условию:

$$2\pi \cdot f \cdot C_p \cdot R_n \geq 1, \text{ проверяем} - 2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 9,42 > 1. \quad (3)$$

Расчёт минимального значения индуктивности  $L_{\min}$ :

$$L_{\min} \geq \frac{R_n}{2 \cdot f} (1 - D_{\min}) = \frac{3}{2 \cdot 25 \cdot 10^3} (1 - 0,2) = 48 \text{ мкГн.} \quad (4)$$

Расчётный коэффициент сглаживания:

$$s_p = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L_{\min} \cdot C_p = 4 \cdot 3,14^2 \cdot (25 \cdot 10^3)^2 \cdot 48 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 23,7. \quad (5)$$

Амплитуда пульсаций на частоте ШИМ:

$$\Delta U_{\text{м.н}} = \frac{U_n}{s_p} = \frac{15}{23,7} = 0,63 \text{ В.} \quad (6)$$

ТЭМ Пельтье очень чувствителен к пульсациям. Используя ШИМ регулятор, надо понимать как он работает. В его основу входит таймер, который включается и выключается создавая импульсы, но ТЭМ требует не мгновенных скачков напряжения, а плавного перехода от выключенного состояния к включенному состоянию и наоборот. Чтобы добиться плавного перехода между этими состояниями, надо произвести качественный расчёт фильтра для того, чтобы КПД ТЭМ оставался высоким длительное время.

#### Библиографический список

1. Элемент Пельтье TEC1-12706 // Блог технической поддержки моих разработок – 2015-2020 – Режим доступа: <http://mypractic.ru/element-pelte-tec1-12706-karakteristiki-primeneniye-usloviya-ekspluatacii.html>. – 25.03.2020.
2. Русинов В. Л. Термоэлектрический модуль TEC1-12706 / В.Л. Русинов, В.И. Усенко, Р.А. Валуи // Вестник АмГУ. – 2019. – № 85. – С. 67-70.
3. Семёнов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. – М.:СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.

## ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ARDUINO

Толстошеев В.В., студент 3 курса, энергетический факультет

Научный руководитель: Русинов В.Л., руководитель СКБ

«Промышленная робототехника и автоматизация»

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

Victorio28rus@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается цифровой измеритель температуры выполненный на микроконтроллерной плате Arduino NANO v3 с использованием цифровых термопреобразователей DS18B20. Приводится структурная схема измерения температуры и рекомендации по программированию в ArduinoIDE.

**Ключевые слова:** измеритель температуры, датчик температуры, шина, индикатор, вывод данных.

Структурная схема измерения температуры с использованием DS18B20 и Arduino NANO. Разрабатываемый термоизмеритель должен выводить данные о значениях температуры с нескольких датчиков DS18B20 по 1-WIREшине, рисунок 1. В качестве управляющего устройства выступает плата Arduino NANO. Также предусматривается возможность работы устройства с персональным компьютером через USB интерфейс.

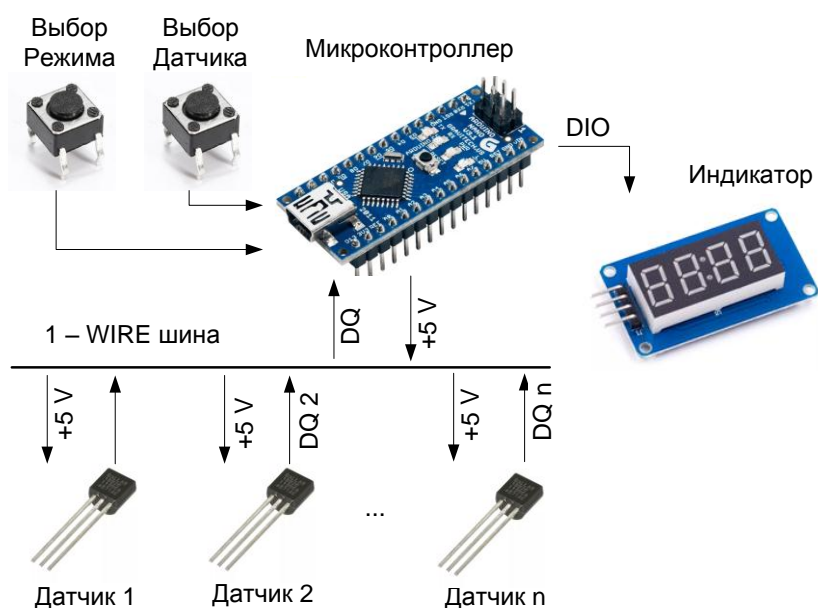


Рисунок 2 – Структурная схема измерения температуры DQ– поток данных о значении температуры из памяти датчиков; DIO– поток данных на индикатор

### Цифровой измеритель температуры DS18B20

Для непосредственного измерения температуры используются цифровой термометр компании DALLAS типа DS18B20 в корпусе TO-72, рисунок 2а. Разрешение термометра от 9 до 12-bit, может сохраняться в EEPROM памяти прибора. Диапазон измерений от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  и точностью  $0.5^{\circ}\text{C}$  в диапазоне от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . В дополнение, DS18B20 может питаться напряжением линии данных (“parasitpower”), при отсутствии внешнего источника напряжения.

Благодаря наличию уникального 64-битного кода для каждого датчика, имеется возможность общения с множеством датчиков по 1-wire шине, использующую всего один провод

для обмена данными, обеспечивая совместную работу множества датчиков. Благодаря чему достаточно использовать один микропроцессор для работы с множеством датчиков DS18B20, распределенных по большому участку.

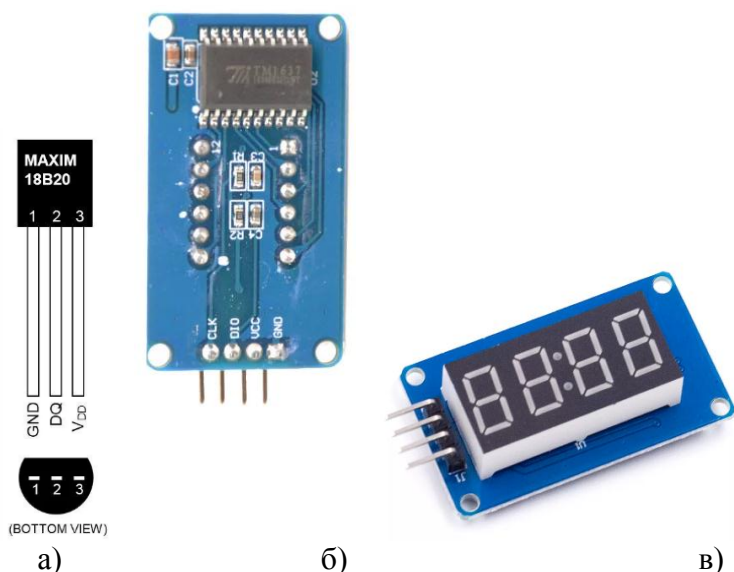


Рисунок 2 – Используемые микросхемы

а) микросхема DS18B20; б) shieldArduino микросхемой TM1637; в) семисегментный четырехразрядный индикатор

Важно отметить, что благодаря уникальному коду каждого датчика, их количество на одной шине фактически не ограничено. Так же датчик имеет внутреннюю память, состоящую из оперативной SRAM и энергонезависимой памяти EEPROM, куда записываются данные откалиброванные в градусах Цельсия, в виде 16 битового числа, а флаг S хранит данные о том, является ли температура положительной или отрицательной.

Для вывода данных с датчиков непосредственно на устройстве используется семисегментный четырехразрядный индикатор с микросхемой TM1637, рисунок 2 б, в.

Характеристики индикатора на TM1637:

- напряжение питания: 5,5 В;
- индикаторы, 6 разрядов и 8 элементов;
- потребляемый ток 0.2-80 мА (в зависимости от горящих сегментов);
- градаций яркости индикаторов - 8;
- размеры платы: 42x24мм;
- двух проводной последовательный интерфейс (CLK, DIO).

Для написания программы для Arduino использовалась библиотека TM1637.h. Через заданное время происходит опрос датчиков микроконтроллером, который считывает данные шине из памяти по 1-WIRE. Для опроса используется уникальный 64 битный серийный код, который храниться в массиве идентификаторов, привязанному к определенному дисплею.

Таким образом, перемещаясь по массиву мы вносим показания с датчиков в него и выводим их, с помощью библиотечных функций Term.read\_bytes (RxData) и dispLED1.displayInt() соответственно.

Вывод данных на ПК через специальное приложение. Было разработано оконное приложение для вывода данных с термодатчиков как в текстовый документ так и таблицу Microsoft Excel, что позволяет более подробно изучать изменение температуры в различных условиях.

#### Библиографический список

1. Datasheet DS18B20 // Сайт AVR – 2009. – Режим доступа: <http://avr.ru/int/Files/Datasheet/ds18b20.pdf>. – 20.03.2020.
2. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 400 с.

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ПИТАЮЩИХСЯ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ТЯГОВЫМИ ПОДСТАНЦИЯМИ

**Филимонов Д.Н., студент 1 курса магистратуры, энергетический факультет**

Научный руководитель: Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры энергетики

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

filimonovdmtr@mail.ru

**Аннотация.** У тяги переменного тока присутствуют основные источники искажения качества электрической энергии как: несимметрия, несинусоидальность и отклонение напряжения. В данное время активно происходит развитие электрифицированного транспорта, и поэтому появляется проблема уменьшения влияния источников существенно искажающих показатели качества на потребителя электрической энергии. Данная тема является актуальной.

**Ключевые слова:** качество электрической энергии, тяговые подстанции.

Электроэнергия, получаемая от тяговых подстанций, расходуется не только на электрическую тягу поездов, но потребляется также всеми службами железных дорог, связанными с эксплуатацией и обслуживанием подвижного состава, машин и механизмов, для питания электрооборудования депо, линейных устройств автоблокировки, освещения станций и т.п. Эти потребители называются нетяговыми железнодорожными потребителями. На крупных ж.-д. узлах нагрузки жилых поселков, включая культурно-бытовые объекты, часто соизмеримы с нагрузкой локомотивного хозяйства. Кроме того, от ж.-д. подстанций могут питаться районные и сельскохозяйственные потребители.

Несимметрия трехфазной системы напряжений возникает в результате наложения на систему прямой последовательности напряжений системы обратной последовательности, что приводит к изменениям абсолютных значений фазных и междуфазных напряжений. Помимо несимметрии, вызываемой напряжением системы обратной последовательности, может возникать несимметрия от наложения на систему прямой последовательности напряжений системы нулевой последовательности. В результате смещения нейтрали трехфазной системы возникает несимметрия фазных напряжений при сохранении симметричной системы междуфазных напряжений. Наиболее часто несимметрия напряжений возникает из-за неравенства нагрузок фаз. Несимметричные токи нагрузки, протекающие по элементам системы электропитания, вызывают в них несимметричные падения напряжения. Вследствие этого на выводах электроприемников появляется несимметричная система напряжений [2].

Отклонения напряжения перегруженной фазы могут превысить допустимые значения, в то время как отклонения напряжения других фаз будут находиться в нормируемых пределах. Кроме ухудшения режима напряжения при несимметричном режиме существенно ухудшаются условия работы, как самих потребителей электроэнергии, так и всех элементов сети, снижается надежность работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом [2].

Несимметрия напряжения на шинах 27,5 кВ зависит от тяговой нагрузки и от сопротивления подстанции и может достигать 6-7 % и более. На тяговых подстанциях контроль несимметрии а также несинусоидальности, по нормативным документам должен производиться в точке подсоединения тяговой подстанции к сети внешнего электроснабжения ВЛ -110 (220) кВ [1].

Искажение синусоидальности создают все виды нелинейных неинерционных сопротивлений. Одними из самых больших являются искажения, создаваемые активными нелинейными сопротивлениями в виде полупроводниковых приборов (диод, тиристор и др.) во время

преобразования переменного тока в постоянный, осуществляемого с их помощью. В этом случае потребителем с нелинейной нагрузкой является выпрямительная схема, через которую питаются постоянным (пульсирующим) током двигателя постоянного тока и включенный с ними последовательно сглаживающий реактор (дроссель) [3].

Вывод: несимметричные и несинусоидальные режимы снижают эффективность функционирования электроэнергетических систем, снижают устойчивость, вызывают дополнительные потери в токоведущих частях, снижают показатели энергоэффективности всей системы электроснабжения.

В настоящее время существует набор регулирующих устройств, корректирующих режим системы тягового электроснабжения переменного тока и по схемам, и по тяговым нагрузкам с целью повышения напряжения в тяговой сети и снижения потерь мощности в оборудовании тягового электроснабжения. Наибольшее применение нашли следующие устройства: [1]

- трансформаторы (автотрансформаторы) с регулированием напряжения (с РПН и ПБВ);
- установки поперечной емкостной компенсации (намечен переход на ступенчатые регулируемые установки);
- установки продольной емкостной компенсации, включая переключаемые установки;
- устройство фильтрации и компенсации реактивной мощности для контактной сети переменного тока (ФКУ);
- реакторы на районной обмотке трансформаторов тяговой подстанции для компенсации зарядной мощности ЛЭП;
- посты секционирования с управляемым секционным выключателем;
- для снижения потерь напряжения и мощности производят усиление тяговых подстанций и контактной сети с увеличением мощности трансформаторов, с увеличением сечения проводов, с включением постов секционирования и пунктов параллельного питания с корректировкой числа включенных силовых трансформаторов и т.д.

Для снижения несимметрии и несинусоидальности напряжений тяговых подстанций необходимо при циклических присоединениях к линиям электропередачи подключать наиболее загруженные фазы тяговых подстанций к разным фазам ВЛ.

### **Библиографический список**

1. Электронный ресурс. - Режим доступа: [https://studref.com/387998/tehnika/rezhim\\_napryazheniya\\_tyagovoy\\_seti](https://studref.com/387998/tehnika/rezhim_napryazheniya_tyagovoy_seti). Дата обращения: 12.03.2020г.
2. Магазинник Л.Т., Егорова Н.Ю. Оценка величины дополнительных потерь мощности, обусловленных несимметрией токов // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 4. – С. 44-45; URL: <http://www.toptechnologies.ru/ru/article/view?id=22632>. Дата обращения: 12.03.2020 г.
3. Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://dalenergy.ru/2005/09/8833/> Дата обращения: 12.03.2020 г.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПЛЕКСАХ

**Хлынин Д.А., студент 2 курса магистратуры, энергетический факультет**

Научный руководитель: Савина Н.В., д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

danilkhlynin@outlook.com

**Аннотация.** Учет электроэнергии предназначен для получения информации о параметрах электропотребления. Информация необходима для: расчетов предприятия с энергоснабжающей организацией; контроля соответствия фактических значений параметров электропотребления ожидаемым (планируемым); оперативного управления процессами производства, преобразования, распределения и конечного использования энергии; планирования и прогнозирования параметров электропотребления предприятий и отдельных его подразделений; организации системы поощрения.

**Ключевые слова:** учет электроэнергии, АИИС КУЭ, баланс электроэнергии.

Учет активной электроэнергии должен обеспечивать определение количества энергии:

- 1) выработанной генераторами электростанций;
- 2) потребленной на собственные и хозяйственные (раздельно) нужды электростанций и подстанций;
- 3) отпущенной потребителям по линиям, отходящим от шин электростанции непосредственно к потребителям;
- 4) переданной в другие энергосистемы или полученной от них;
- 5) отпущенной потребителям из электрической сети.

Кроме того, учет активной электроэнергии должен обеспечивать возможность:

- составления балансов электроэнергии для хозяйственных подразделений энергосистемы;
- контроля за соблюдением потребителями заданных им режимов потребления и баланса электроэнергии.

Учет реактивной электроэнергии должен обеспечивать возможность определения количества реактивной электроэнергии, полученной потребителем от электроснабжающей организации или переданной ей, только в том случае, если по этим данным производятся расчеты или контроль соблюдения заданного режима работы компенсирующих устройств.

Интеллектуальная система учета электрической энергии (мощности) - совокупность функционально объединенных компонентов и устройств, предназначенная для удаленного сбора, обработки, передачи показаний приборов учета электрической энергии, обеспечивающая информационный обмен, хранение показаний приборов учета электрической энергии, удаленное управление ее компонентами, устройствами и приборами учета электрической энергии, не влияющее на результаты измерений, выполняемых приборами учета электрической энергии, а также предоставление информации о результатах измерений, данных о количестве и иных параметрах электрической энергии.

АИИС КУЭ представляет собой целый комплекс устройств, каждое из которых выполняет свою задачу. Принцип работы АИИС КУЭ сводится к следующему:

1. Электронные счётчики, выступающие в качестве основных приборов учёта, посылают сигналы. Как правило, передача данных осуществляется одновременно. Периодичность отправки данных программируется АС.
2. Информация с учётных приборов накапливаются в сумматорах, далее они поступают на сервер для обработки, где в дальнейшем архивируются.
3. АПК обрабатывает полученную информацию и архивирует её.

АИИС КУЭ позволяет производить точный учёт активной и реактивной мощности за конкретный промежуток времени. Внедрение такой системы позволяет контролировать работу каждого прибора учёта и предотвращать хищение электроэнергии. Данные, полученные с каждого электросчётчика, выводятся на единый монитор. Это значительно упрощает процесс контроля. Ни одна позиция не остаётся неучтённой.

Если отдельные счётчики позволяют учесть расход электроэнергии ограниченным числом потребителей, то синхронизация их АИИС КУЭ объединяет все приборы учёта в единую сеть. Это облегчает сбор данных и обслуживание всех приборов учёта, независимо от их количества и места установки. Данные полученные с помощью АИИС КУЭ помогут правильно распределять мощности. Например, предприниматель может прийти к выводу, что следует переключить на производстве все самые энергозатратные технологические процессы на то время суток, когда действуют наиболее выгодные тарифы на потребление электричества. Таким образом, АИИС КУЭ не только окупает себя, но и экономит бюджет предприятия или организации.

Функции, которые выполняет система АИИС КУЭ:

- сбор от зарегистрированных объектов данных, характеризующих протекание на них функциональных технических процессов;
- обработка и анализ полученной оперативной информации на основе алгоритмов, заданных пользователем;
- составление и выдача схематичных результатов;
- отслеживание, своевременное обнаружение сбоев в работе объектов мониторинга, сигнализация о них и предотвращение возможных аварийных ситуаций;
- осуществление удаленного компьютерного диспетчерского управления объектами;
- хранение собранных данных и составление отчетности по ним за заданные периоды;
- экспорт собранной архивной информации в WEB-формат.

Преимущество системы коммерческого учета не только в том, что она обрабатывает данные, полученные от каждого потребителя электроэнергии. Она также позволяет снизить энергозатраты до оптимального уровня, не нарушая ни один технологический процесс.

### **Библиографический список**

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7-е издание.
2. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 07.03.2020) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии" (вместе с "Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии", "Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии")
3. Федеральный закон от 27.12.2018 N 522-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации"
4. Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 N 1172 (ред. от 27.03.2020) "Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности"

## ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Шаракчинова Т.С., студентка 3 курса бакалавриата, энергетический факультет;

Ковалёв А.А., студент 3 курса бакалавриата, энергетический факультет

Научный руководитель: Бодруг Н.С., старший преподаватель кафедры

автоматизации технологических процессов и электротехники

ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»

sharak4inova.tuyana@yandex.ru

**Аннотация.** Проанализированы проблемы электроснабжения малонаселенных территорий. Показана неэффективность подключения к централизованному электроснабжению и способы решения этой проблемы с использованием альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова:** малонаселенные территории, энергоснабжение, дизельные электростанции, возобновляемые источники энергии.

Долгие годы ситуация с электроснабжением остается главной проблемой населений с малой плотностью. Такие территории характерны в северо-восточной части России, так как значительная часть не охвачена централизованным электроснабжением. Их энергоснабжение осуществляется в основном с помощью привозного органического топлива, что увеличивает стоимость получаемой энергии. Кроме того, часто возникают перебои электроснабжения за счет того, что в локальных энергосистемах зачастую существует один главный источник энергии, который может выйти из строя.

Рассмотрим ситуацию, если такие территории присоединить к централизованному электроснабжению с помощью сооружения линий электропередач (ЛЭП) небольшой мощности или применением альтернативной источников энергии.

Возможность присоединения электроприемника к энергосистеме ограничена его удаленностью в связи с потерями напряжения в питающей линии. В соответствии с требованиями ГОСТ на параметры электроэнергии установлены ограничения, допустимое отклонение напряжения в ЛЭП, не должно превышать  $\pm 5\%$ .

Для нагрузок небольшой мощности определяющим фактором выбора сечения провода является механическая прочность. Стандартное сечение провода для мощностей до 160 кВт выбирается провод с сечением  $S = 16 \text{ мм}^2$ . Обычно ЛЭП в сельской распределительной сети выполняется из алюминиевого провода, удельное сопротивление  $\gamma = 32,2 \text{ См (м/(Ом}\cdot\text{мм}^2))$ . Значения максимальной длины ЛЭП в зависимости от мощности объекта электроснабжения для напряжения распределительной сети 6 и 10 кВ, показано на графике (рисунок 1).

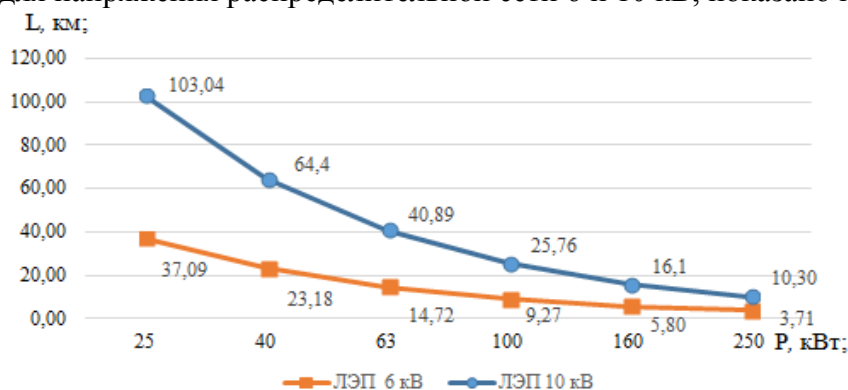


Рисунок 1 - Значения максимальной длины ЛЭП в зависимости от мощности

Мы видим, что при использовании более высокого напряжения позволяет при тех же условиях увеличить протяженность централизованного электроснабжения ЛЭП. К сожалению,

строительство более высоковольтных и дорогих ЛЭП при малых передаваемых мощностях нецелесообразно из-за низкого коэффициента загрузки по мощности. Что делает очевидным маловероятность электроснабжения малонаселенных потребителей с помощью присоединения их к централизованным электрическим сетям [2].

Наилучшим решением для автономных территорий представляется развитие распределенной генерации с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Выбор и целесообразность использования того или иного вида топлива обуславливается его географическими и природно-климатическими характеристиками.

На таких территориях конкурируют многочисленные технологии, использующие практически все виды возобновляемых источников энергии (ВИЭ). На обширных малонаселенных территориях России сосредоточено 80 % геотермального и 60 % ветрового потенциала, 70 % потенциала малых водотоков, 60 % запаса древесины. К 2030 г. рациональные масштабы ввода мощности ВИЭ для децентрализованных потребителей на востоке России составят 330-360 МВт, а в целом по стране не превысят 1000 МВт. Обсуждаемые оценки масштабов ВИЭ до 4,5 ГВт к 2020 г. и 6 ГВт к 2025 г. Относятся к зонам централизованного энергоснабжения.

Масштабы применения ВИЭ незначительны из-за существенной капиталоемкости и низким коэффициентом использования установленной мощности. Для совмещения графиков потребления энергии и ее выработки ВИЭ должны включать накопители энергии. Оптимальное сочетание таких структур позволит значительно сократить расходы дорогого для данных территорий органического топлива.

Альтернативой строительства ЛЭП является дизельные электростанции (ДЭС). В России ДЭС более 6 тыс. они вырабатывают 1,9 млрд. кВт·ч электроэнергии при потреблении около 0,9 млн т топлива ежегодно. Только на территории Республики Саха (Якутия) работает 145 дизельных станций.

Для этих систем характерны: высокие удельные расходы топлива, высокий износ оборудования, высокий износ и высокий уровень потерь в местных электрических сетях и большая стоимость электроэнергии [3].

Таким образом, территории с малой плотностью населения будут существовать в будущем не только как места проживания коренных народов, но и по условиям усиления международной безопасности страны. В связи с этим обеспечение на них комфортной среды проживания является государственной задачей. Здесь необходимо ориентироваться на более широкое применение энергоэффективных технологий и оборудования, местных и возобновляемых энергоресурсов.

### **Библиографический список**

1. Сидоров А.Д. Основные проблемы и задачи энергоснабжения России / А.Д. Сидоров, А.Д. Ромашкин, И.С. Урунов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - СПб.: Изд-во Научное издательство «Институт стратегических исследований». - 2003. - № 5.
2. Суржикова О.А. Обеспечение электроэнергией труднодоступных, малонаселенных и удаленных регионов / О.А. Суржикова // Региональная экономика. - 2010. - № 11. - С. 67.
3. Стенников В.А. Проблема энергоснабжения и энергоэффективности малонаселенных территорий / В.А. Стенников, С.В. Жарков, П.А. Соколов // Промышленная энергетика. - 2017. - № 2. - С. 2-9.

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПРИНТЕРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ

**Шпакова Ж.И., студент 4 курса бакалавриата,  
факультет строительства и природообустройства**

Научный руководитель: Туров А.И., канд. техн. наук, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,  
zhanna.shpakova.1999@mail.ru

**Аннотация.** В связи с высоким спросом на здания различного назначения, необходимо повышать уровень технологий в строительстве. Усовершенствовать технологию строительства можно введением нового оборудования для осуществления строительного производства. В данной статье, в качестве такого оборудования выступает строительный 3D-принтер, который значительно экономит время и средства при возведении коробки здания.

**Ключевые слова:** Аддитивные технологии, строительный 3D-принтер, 3D печать стен здания.

Жилищное строительство является одним из важных секторов строительства в России и в Амурской области. Существует высокий потребительский спрос на жильё, однако, наблюдается снижение ввода жилья в эксплуатацию. Требуются новые подходы в строительстве, которые позволили бы снизить стоимость строительства и уменьшить время на его реализацию. В этом поможет применение развивающихся аддитивных технологий: строительный принтер печатает наружные и внутренние стены и перегородки, его применение позволяет экономить до 70% на стоимости и времени возведения коробки здания по сравнению с традиционными методами строительства.

Существует две технологии 3D строительства: «печать на фундаменте» и печать деталей здания в заводских условиях. В первом случае, 3D-принтер устанавливается на участке строительства и производится печать здания на заранее подготовленном фундаменте. Во втором способе принтер находится на заводе или в закрытом помещении на строительной площадке и печатает отдельные части здания, которые затем монтируются на участке строительства. Способ «печать на фундаменте» более современный и скоростной способ строительства, однако, необходимо учитывать суточное колебание температуры при бетонировании, а также зимние условия. Печать отдельных частей здания на заводе хоть и ускоряет темпы строительства, но не сильно отличается от традиционного блочного строительства, в отличие от метода «печать на фундаменте».

Также стоит различать две конструкции 3D-принтеров: порталная и стреловая.

Портальный принтер представляет собой конструкцию на рельсовых направляющих, печатающую в прямоугольных координатах. Основание принтера — стойки. Стреловой принтер - конструкция, подобная башенному крану. Он печатает в полярных координатах. Принтер представляет собой вращающийся манипулятор, который способен с одной точки охватить зону, ограниченную длиной «стрелы».

Для печати больших площадей можно использовать несколько принтеров одновременно, синхронизированных между собой, или передвигать один принтер по мере печати. В высоту печать здания также не ограничена, достаточно переставлять с помощью крана принтер на следующий уровень перекрытия. Принтеры последнего поколения оснащены системой автоматического выравнивания по горизонту. Преимущества таких принтеров: мобильные (установка занимает 30 мин и требует минимум техники), малогабаритные, не требуют идеально ровной площадки (погрешность 10 см), автоматическая стабилизация по горизонту, ми-

нимальное участие человека (может быть достаточно двух человек), безотходное строительство (материал используется с машинной точностью). Под недостатками можно понимать только то, что технология новая, а значит перед её внедрением необходимо решить множество вопросов, в том числе, и проработку конструкции стен. Стреловой принтер - более экономичный (безотходный), технологичный, мобильный, экологичный, малогабаритный, чем порталый принтер.

В декабре 2015 года впервые в России за один месяц была напечатана коробка будущего жилого дома. Каркас здания печатался в цехе по частям и монтировался уже на фундаменте. Под аддитивную технологию сделан проект дома с заданным конструктивом стен, расчетами по прочности и теплоёмкости, проработанными вариантами соединения отдельных элементов и армирования. Применялось горизонтальное и вертикальное армирование стальной арматурой. Для печати использовали строительный принтер порталого типа S-6044 с рабочим полем 3,5 x 3,6 x 1. Принтер использовал цементно-песчаную смесь M300. Печать производилась слоями высотой 10 мм и шириной от 30 до 50 мм. Скорость печати стен до 10 м/мин. В феврале 2017 года в России в Московской области компанией ApisCor был напечатан дом по технологии мобильной 3D печати. При этом, использовался мобильный принтер стрелового типа. Для печати применялась цементно-песчаная смесь M250 с добавками для ускорения схватывания. Для утепления использовали экструзионный пенополистирол, полиуретановую пену и крошку PIR. Усиливали стены горизонтальным армированием стеклопластиковой арматурой. Скорость печати стен составила 10 м<sup>2</sup>/мин.

Основой проектирования моей выпускной квалификационной работы по теме «Детский сад с группой продлённого дня в г. Циолковском Амурской области» является печать несущих стен и перегородок здания строительным 3D-принтером Apis Cor 7R с рабочим полем 4x1,6x1,5 и скоростью печати 10м/мин. При этом будет применяться наружное и внутреннее аддитивное строительство методом «печать на фундаменте». Это более современный и скоростной способ строительства. Печать отдельных частей здания на заводе хоть и ускоряет темпы строительства, но незначительно отличается от традиционного блочного строительства, в отличии от метода «печать на фундаменте». Печать будет осуществляться стреловым принтером.

При выборе материалов для наружных стен следует учитывать особенности, связанные с технологией аддитивного строительства. Для несъёмной опалубки нужно применять фибробетон, высокопрочный бетон или геополимер, т.к. конструкция стены предполагает работу опалубки на растяжение при ветровой нагрузке. Также нельзя не учесть свойства, которыми должна обладать смесь для печати: баланс между пластичностью, вязкостью и прочностью. Для этого применяют различные добавки - пластификаторы для снижения водоцементного отношения и повышения прочности.

Для опалубки целесообразно использовать цементно-песчаную смесь и фиброволокно или высокопрочный бетон. Толщина опалубки принимается конструктивно и должна быть согласована с параметрами сопла экструдера, используемого 3d принтером. Водотвёрдое соотношение используемой принтером смеси должно составлять 0,25...0,4. При этом, в смесь необходимо добавлять гиперпластификатор и микрокремнезём, а также другие пластифицирующие добавки.

В качестве утеплителя следует применять засыпные или наливные теплоизоляционные материалы, что отвечает скоростному технологическому процессу строительства стен, т.к. позволяет уйти от механической фиксации теплоизоляции. Тем не менее, при необходимости можно устанавливать с внешней стороны стены и плитные утеплители, фиксируемые специальными полимерными дюбелями, но это замедлит ход строительства. В качестве утеплителя могут применяться: газо- и пенобетон, керамзит, крошка пенополиизоцианурата, насыпная минеральная вата, полиуретановая пена и т.п.

Таким образом, применение 3D принтеров существенно увеличит скорость строительства, в условиях Амурской области.

*Научное издание*

МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ

Материалы  
XXI региональной научно-практической конференции  
(Благовещенск, 20 мая 2020 г.)

Том 4

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г. Подписано к печати 15.06.2020 г.  
Формат 60×90/8. Уч.-изд.л. – 13,9. Усл.-п.л. – 29,8. Тираж 50 экз. Заказ 35.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
издательства Дальневосточного государственного аграрного университета  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86