

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УАиАКВК

Калашникова Н.И.

15.11.2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО

Красноярский ГАУ

Пыжикова Н.И.

15.11.2021 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Электротехнологии, электрооборудование и
энергоснабжение агропромышленного комплекса**

Научная специальность: **4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и
энергоснабжение агропромышленного комплекса**

Отрасль науки: Технические

Красноярск, 2021

Составители: Баранова М.П., д.т.н., профессор, Бастрон А.В., к.т.н., доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры системознергетики

протокол № 2 «21» октября 2021 г.

Зав. кафедрой: Баранова М.П., д.т.н., профессор

Программа принята советом института инженерных систем и энергетики

протокол № 2 «28» октября 2021 г.

Председатель: Кузьмин Н.В., к.т.н., доцент

1. Содержание кандидатского экзамена

1. Теоретические основы электротехники

1.1. *Линейные электрические цепи постоянного тока*

Параметры, характеризующие электрические цепи. Источники ЭДС. и тока. Закон Ома. Электрическая энергия, мощность. Законы Кирхгофа. Преобразования электрических схем. Методы расчета электрических цепей.

1.2. *Линейные электрические цепи синусоидального тока.*

Общие сведения. Резистор, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Анализ синусоидального тока с помощью векторных диаграмм. Мощность цепи синусоидального тока. Расчет цепей переменного тока методом преобразований. Комплексный метод расчета. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Резонанс в электрических цепях. Электрические цепи с взаимной индуктивностью. Четырехполосники. Схемы замещения четырехполосников. Коэффициенты четырехполосников.

1.3. *Трехфазные цепи.*

Общие сведения. Симметричный режим работы трехфазной цепи. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей. Векторные диаграммы трехфазных цепей. Пульсирующее и вращающееся магнитное поле. Метод симметричных составляющих. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

1.4. *Переходные процессы в электрических цепях.*

Общие сведения. Классический метод расчета переходных процессов в неразветвленных и разветвленных цепях. Операторный метод расчета переходных процессов. Частотный метод расчета переходных процессов.

1.5. *Цепи несинусоидального тока.*

Причина возникновения и отличия несинусоидальных токов от синусоидальных. Симметрия несинусоидальных функций. Разложение несинусоидальных функций в ряд Фурье и определение их коэффициентов. Расчет тока, напряжения и мощности в несинусоидальных цепях. Высшие гармоники.

1.6. *Нелинейные электрические цепи.*

Общие сведения. Методы расчета нелинейных электрических цепей. Феррорезонанс напряжений и токов.

1.7. *Электрические цепи с распределенными параметрами.*

Общие сведения. Уравнения однородной линии. Четырехполосник однородной линии. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

1.8. *Электромагнитные поля.*

Общие сведения о магнитном поле и магнитной цепи. Энергия магнитного поля. Механические силы в магнитном поле. Основные законы и методы расчета магнитных цепей. Общие сведения об электрическом поле. Расчет емкости, напряженности и энергии электрического поля. Преобразования и методы расчета электростатических полей. Переменное магнитное поле. Уравнение электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике и проводящей среде.

2. Технологические основы электротехнологии

2.1. *Электротехнология как наука и область техники.*

Роль электротехнологии в сельском хозяйстве. Виды электротехнологий и области их использования в сельском хозяйстве. Современное состояние и тенденции развития. Энергетический баланс сельского хозяйства. Электрофизические факторы.

2.2. *Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции: механические, электрические, магнитные, оптические, тепловые, акустические и другие.*

Электрофизические воздействия на живые биологические объекты - растения, микроорганизмы, животных, птиц и т.п. Энергетическое, низкоэнергетическое и информационное воздействие электроэнергии на биологические объекты. Дозы воздействия. Энергетические взаимопревращения в живых организмах.

2.3. Технологические способы электронагрева.

Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Косвенный электронагрев сопротивлением. Инфракрасный нагрев и области его использования. Электродуговой нагрев и области его применения. Свойства и характеристики электрической дуги. Устойчивость горения и регулирования тока дуги. Индукционный нагрев и область его применения. Индуктор и индукционные нагреватели промышленной частоты. Диэлектрический нагрев, физические основы и особенности индукционного и диэлектрического нагрева в электромагнитном поле высокой (ВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частоты.

2.4. Технологические способы использования оптических излучений.

Светотехника как наука и техника освещения и облучения в сельском хозяйстве. Солнечное излучение - энергетическая основа сельскохозяйственного производства.

Природа оптических излучений. Взаимодействия оптических излучений с биологическими объектами. Спектральные характеристики источников и приемников оптических излучений. Основные законы светотехники. Светотехнические, энергетические величины и способы их измерения. Преимущества, недостатки и области использования ультрафиолетовых, оптических и инфракрасных облучательных установок в сельском хозяйстве.

2.5. Обработка материалов и продуктов электрическим током.

Технологические свойства проявления электрического тока. Электрохимические и электрокинетические процессы. Электротермообработка грубых кормов. Электромелиорация почвы. Электростимуляция семян и развития растений. Электролиз, гальванизация, электрофорез, электросмеси.

2.6. Электроимпульсная технология и ее особенности.

Параметры электрических импульсов. Принципы действия генераторов импульсов. Электроимпульсная обработка растительных материалов и уничтожение сорняков. Электрогидравлический эффект. Электрофизические методы обработки металлов. Импульсные токи в ветеринарии.

2.7. Применение электрических полей высокого напряжения.

Характеристика и область использования полей постоянного и переменного напряжения промышленной частоты. Способы зарядки частиц. Коронный разряд и его характеристика. Заряженные частицы в электрическом поле, их движение. Электростатическое, электрокоронное и диэлектрическое сепарирование семян и других диэлектрических сыпучих материалов. Электроаэрозольные технологии в животноводстве и защищенном грунте. Озонные технологии в животноводстве и растениеводстве.

2.8. Применение магнитных полей.

Характеристика и области использования магнитного поля в сельскохозяйственных технологиях. Магнитная очистка семян и кормов, обработка воды.

2.9. Ультразвуковые технологии.

Свойства и характеристики ультразвуковых колебаний. Электрические генераторы ультразвука. Применение ультразвука в технологических процессах, ветеринарии и системах контроля.

2.10. Электромагнитные поля высокой и сверхвысокой частоты (ВЧ и СВЧ).

Принципы получения ВЧ и СВЧ: Области и преимущества их использования для нагрева, сушки, стерилизации и пастеризации, стимуляции технологических процессов и развития биологических объектов, СВЧ приготовления пищи, обработки комбикормов. Использование СВЧ-установок в системах контроля точного земледелия и животноводства. Электрофизические методы при охлаждении с.х. продукции и ее хранении. Применение низкого вакуума при охлаждении и хранении с.х. продукции.

3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства

3.1. Преобразование электрической энергии в тепловую.

Виды электронагрева. Тепловой расчет электротермического оборудования. Основные виды теплопередачи, кинетика нагрева. Общее уравнение электронагрева, его анализ и электрическая модель. Расчет мощности и расхода электроэнергии. Определение основных конструктивных и энергетических параметров электрооборудования.

3.2. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели.

Электротермическое оборудование и регулирующие устройства для создания требуемого микроклимата в животноводстве, птицеводстве, сооружениях защищенного грунта, хранилищах, производственных и жилых помещениях. Назначения и виды бытовых электронагревательных приборов. Электроды сопротивления, камерные, шахтные, тигельные, печи-ванны, электрокалориферы, СВЧ-печи, отопительные и сушильные установки, электросварочное оборудование. Счетчики для учета расхода воды и теплоты.

3.3. Преобразование электрической энергии в оптические излучения.

Классификация электрических источников оптических и тепловых излучений. Оптические, электротехнические, энергетические и эксплуатационные характеристики источников излучения: ламп накаливания, разрядных ламп низкого и высокого давления. Осветительные установки и их характеристики. Выбор и расчет параметров ламп и их размещения. Облучательные установки в сельскохозяйственном производстве. Принцип выбора и расчет облучательных установок видимого, инфракрасного и ультрафиолетового излучения для освещения, облучения и обогрева растений и животных, теплиц, суши и переработки сельскохозяйственной продукции, лечения и защиты от вредителей биологических объектов.

3.4. Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения.

Принципы работы и характеристики генераторов электрических импульсов, электрических генераторов электростатического, коронного полей и полей высокого напряжения повышенной частоты. Электроаэрозольные, электроозонирующие и ионизирующие установки. Электрокоронные фильтры. Генерирование и использование озона в животноводстве и растениеводстве.

3.5. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции.

Электромеханические и механические характеристики электроприводов постоянного тока и асинхронных. Способы регулирования скорости асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока. Особенности пуска электродвигателей от источников соизмеримой мощности. Переходные процессы в электроприводе. Режимы работы электроприводов. Анализ уравнения нагрева и охлаждения электродвигателей.

3.6. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами.

Аппаратура коммутации, защиты и управления работой электропривода. Типовые схемы автоматического управления. Методика выбора типа электропривода. Расчет мощности и показателей надежности электропривода.

3.7. Автоматизированный электропривод поточных линий и агрегатов в животноводстве и птицеводстве (систем поения, кормления, уборки навоза и помета, доения и первичной обработки молока, сбора, сортировки и инкубации яиц).

Электрооборудование систем обеспечения оптимальных параметров микроклимата животноводческих помещений: по температуре, влажности, освещенности, газовому составу, бактериальной загрязненности. Автоматизированный электропривод стационарных процессов: послеуборочной обработки сельскохозяйственной продукции, кормов, технологических процессов в защищенном грунте, в водоснабжении и гидромелиорации.

3.8. Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей.

Новые методы и технические средства использования возобновляемых источников энергии в производственных процессах и в быту.

Системы электроснабжения сельского хозяйства и их режимные показатели. Проектирование и эксплуатация электрических сетей сельскохозяйственного назначения. Методы расчета электрических нагрузок сельских потребителей. Выбор мощности трансформаторных подстанций и сечений проводов и кабелей ЛЭП 10-110 кВ и 0,38 кВ. Сетевое и автономное резервирование электроснабжения. Выбор мощности резервной электростанции. Механический расчет проводов. Расчет токов короткого замыкания и выбор высоковольтной аппаратуры. Релейная защита. Показатели качества электроэнергии, способы и средства управления ими. Показатели надежности электроснаб-

жения, способы и средства управления ими. Методические основы технико-экономических расчетов при проектировании и эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственного назначения.

3.9. Эксплуатация электрооборудования.

Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий. Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования. Нормативы по организации, структуре и оснащению служб электротехнического сервиса. Система условных единиц. Эксплуатационная надежность электрооборудования и мероприятия по ее повышению. Методы и средства технической диагностики электроустановок.

Мероприятия по снижению интенсивности отказов и продлению срока службы электроустановок. Методы и технические средства защиты электроустановок от аварийных режимов.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевые правила по охране труда (ПТЭЭП и МПОТ). Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Основные положения. Методы и технические средства обеспечения электробезопасности людей и животных от поражения электрическим током.

3.10. Источники энергии.

Исследование систем возобновляемых источников энергии для сельскохозяйственного производства и быта населения.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

2.1. Основная литература

1. Андреев Л.Н. Электротехнологии в сельском хозяйстве: учебное пособие / Л.Н. Андреев. - Государственный аграрный университет Северного Зауралья. - Лань, 2019. - 108 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/131649>
2. Костюченко, Л.П. Электроснабжение: учеб. пособие. / Л.П. Костюченко, А.В. Чебодаев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2018. – 394 с.

2.2. Дополнительная литература

1. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / А. С. Гордеев, Д. Д. Огородников, И. В. Юдаев. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. - 399 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194
2. Баев, В.И. Светотехника: практикум по электрическому освещению и облучению: учебное пособие для вузов/ В.И.Баев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 220с. URL: <https://urait.ru/bcode/447629>
3. Колмаков Ю.В. Электротехнология. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.kgau.ru/distance/etf_01/kolmakov/el-technology_eumk/lek1.htm

3. Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Электрофизические свойства сельскохозяйственных продуктов и материалов как объектов электротехнологий.
2. Влияние электрических и магнитных воздействий на свойства продуктов, материалов и биологических объектов в растениеводстве и животноводстве.
3. Обоснование и разработка технических требований к электротехническим и энергетическим устройствам растениеводства, животноводства, хранения и переработки продуктов.
4. Исследование и разработка электротехнологий и энергетических технологий в растениеводстве и животноводстве сельхозпредприятий.
5. Исследование и разработка электротехнологий и энергетических технологий в фермерских и подсобных хозяйствах, включая электрифицированные бытовые процессы.
6. Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных установок в растениеводстве и животноводстве.
7. Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических облучательных установок в растениеводстве и животноводстве.
8. Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и ре-

жимов работы электрических обогревательных установок в растениеводстве и животноводстве.

9. Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.

10. Исследование и разработка систем и элементов электропривода, технологических машин и поточных линий в растениеводстве и животноводстве.

11. Исследование и разработка систем и элементов электропривода, технологических машин и поточных линий в процессах производства, хранения и переработки продуктов.

12. Исследование и разработка элементов и систем электрификации мобильных установок в растениеводстве и животноводстве.

13. Исследование систем электрооборудования поточных линий в растениеводстве и животноводстве.

14. Исследование систем электрооборудования поточных линий в процессах производства, хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов и материалов.

15. Обоснование и исследование методов и средств электротехнологий для малоотходных, безотходных и экологически чистых технологических процессов сельскохозяйственного производства.

16. Обоснование, исследование и разработка средств и методов повышения надежности и экономичности работы электрооборудования в сельскохозяйственном производстве.

17. Исследование и обоснование параметров технического состояния элементов электрооборудования в сельском хозяйстве.

18. Исследование и обоснование параметров технического состояния средств диагностики и методов прогнозирования долговечности, безотказности и ремонтпригодности элементов электрооборудования в сельском хозяйстве.

19. Обоснование способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве.

20. Разработка методологических основ создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, разработка новых технических средств.

21. Исследование систем возобновляемых источников энергии для сельскохозяйственного производства и быта населения.

22. Разработка ресурсосберегающих и безопасных электрифицированных систем и технических средств для энергоемких процессов в быту сельского населения.

23. Разработка новых методов и технических средств для снижения электротравматизма людей в условиях производства и быта;

24. Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током и устранение электропатологии, снижающей продуктивность скота.

25. Рациональное использование природных энергоресурсов и биоэнергоресурсов.