

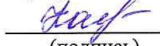
Министерство образования, науки и молодежной политики
Нижегородской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»
(ГБОУ ВО НГИЭУ)

Кафедра: Электрификация и автоматизация

Инженерный институт

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

 Ж. В. Касимова
(подпись) (ф.и.о.)
«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Электротехнология и электрооборудование
в сельском хозяйстве»

по направлению подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и
энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве
профиль (направленность) «Электротехнологии и электрооборудование в сель-
ском хозяйстве»

Квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Курс: 3

Семестр: 5

Форма обучения: очная, заочная

г. Княгинино

Рабочая программа составлена на основе:

1. Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 18.08.2014 г. № 1018.
2. Основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации по направлению 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по профилю «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»
3. Программы-минимума кандидатского экзамена по специальности 05.20.02 «Электро-технологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», утвержденной Министерством образования и науки РФ в 2007 г.

Организация-разработчик: ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

Разработчик: к.т.н., доцент  Дулепов Д. Е.

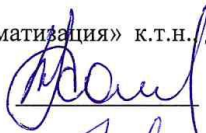
Рецензенты:

д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технический сервис» ГБОУ ВО НГИЭУ
Оболенский Н. В.

член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технологические и транспортные машины и комплексы» ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» **Черников В. Г.**

Программа принята на заседании кафедры «Электрификация и автоматизация»
Протокол № 7 от «08» апреля 2015 г.

Зав. кафедрой «Электрификация и автоматизация» к.т.н. доцент




Осокин В. Л.

Согласовано:

Начальник УНИиПНПК к.э.н., доцент

Проваленова Н. В.

Рабочая программа составлена на основе:

1. Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 18.08.2014 г. № 1018.
2. Основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации по направлению 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по профилю «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»
3. Программы-минимума кандидатского экзамена по специальности 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», утвержденной Министерством образования и науки РФ в 2007 г.

Организация-разработчик: ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

Разработчик: к.т.н., доцент _____ Дулепов Д. Е.

Рецензенты:

д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технический сервис» ГБОУ ВО НГИЭУ
Оболенский Н. В.

член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технологические и транспортные машины и комплексы» ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» **Черников В. Г.**

Программа принята на заседании кафедры «Электрификация и автоматизация»
Протокол № 7 от «08» апреля 2015 г.

Зав. кафедрой «Электрификация и автоматизация» к.т.н., доцент

_____ Осокин В. Л.

Согласовано:

Начальник УНИиПНПК к.э.н., доцент _____ Проваленова Н. В.

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Электротехнологии и электрооборудование
в сельском хозяйстве»
направления подготовки кадров высшей квалификации
35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском,
лесном и рыбном хозяйстве»
профиль «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»

Цель дисциплины – формирование у аспирантов системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач, связанных с научной работой, использованием оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

Задача дисциплины – развитие инженерных навыков практического применения знаний для решений задач сельскохозяйственного производства.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны:

Знать:

- технические требования к электрическим осветительным, облучательным и электро-технологическим установкам, методы использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах, устройство, принцип действия, специфику применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;

- устройство и принцип действия технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;

- основные энергосберегающие мероприятия и энергосберегающее оборудование; методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, способы снижения потерь электроэнергии;

- методы проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве.

Уметь:

- оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины; разрабатывать способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;

- обосновать методы эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;

- составлять и анализировать энергетические балансы аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определять показатели надежности электроснабжения;

- обосновывать параметры и режимы работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента.

Владеть:

- методами проектирования электрических осветительных, облучательных и электро-технологических установок, навыками разработки, применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;
- методами анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; методами обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;
- методами управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения;
- методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве;
- навыками проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве.

Содержание дисциплины:

Модуль 1. Теоретические основы электротехники**Модульная единица 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.**

Линейные электрические цепи постоянного тока. Параметры, характеризующие электрические цепи. Источники Э.Д.С. и тока. Закон Ома. Электрическая энергия, мощность. Законы Кирхгофа. Преобразования электрических схем. Методы расчета электрических цепей.

Модульная единица 2. Электрические цепи переменного тока

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. Четырехполюсники. Схемы замещения четырехполюсников. Коэффициенты четырехполюсников. 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. 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.

Модульная единица 3. Переходные процессы в электрических цепях

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.

Модульная единица 4. Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами

Нелинейные электрические цепи. Общие сведения. Методы расчета нелинейных электрических цепей. Феррорезонанс напряжений и токов. Электрические цепи с распределен-

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

Модульная единица 5. Электромагнитные поля

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.

Модуль 2. Технологические основы электротехнологии

Модульная единица 6. Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Технологические способы электронагрева

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. 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. 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. Физические основы и области применения термоэлектрического нагрева и охлаждения. Электронно-лучевой и лазерные нагревы. Физические принципы работы и области применения электронной печи и лазера. Преимущества, недостатки и области использования перечисленных электротехнологий электронагрева.

Модульная единица 7. Технологические способы использования оптических излучений

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. Основы законы светотехники. Светотехнические, энергетические величины и способы их измерения. Преимущества, недостатки и области использования ультрафиолетовых, оптических и инфракрасных облучательных установок в сельском хозяйстве.

Модульная единица 8. Обработка материалов и продуктов электрическим током. Электроимпульсная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения

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. 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. 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.

Модульная единица 9. Применение магнитных полей

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

Модульная единица 10. Ультразвуковые технологии. Электромагнитные поля высокой и сверхвысокой частоты. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении

Ультразвуковые технологии. Свойства и характеристики ультразвуковых колебаний. Электрические генераторы ультразвука. Применение ультразвука в технологических процессах, ветеринарии и системах контроля. 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, обработка комбикормов. Использование СВЧ-установок в системах контроля точного земледелия и животноводства. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении. Применение низкого вакуума при охлаждении и хранении сельскохозяйственной продукции.

Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства

Модульная единица 11. Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели

Преобразование электрической энергии в тепловую. Виды электронагрева. Тепловой расчет электротермического оборудования. Основные виды теплопередачи, кинетика нагрева. Общее уравнение электро-нагрева, его анализ и электрическая модель. Расчет мощности и расхода электроэнергии. Определение основных конструктивных и энергетических параметров электрооборудования. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели. Электротермическое оборудование и ре-

гулирующие 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.

Модульная единица 12. Преобразование электрической энергии в оптические излучения

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.

Модульная единица 13. Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения

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.

Модульная единица 14. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами. Автоматизированный электропривод поточных линий и агрегатов в животноводстве и птицеводстве

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. 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. 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: послеубороч-

ной обработки сельскохозяйственной продукции, кормов, технологических процессов в защищенном грунте, в водоснабжении и гидромелиорации.

Модульная единица 15. Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей

Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей. Источники энергии. 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 электроснабжения, способы и средства управления ими. Методические основы технико-экономических расчетов при проектировании и эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственного назначения. Потери энергии в системах электроснабжения. Мероприятия, способствующие энергосбережению в сельских сетях. Коммерческий и технический учет электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей. Применение современных математических методов и компьютерных технологий при решении задач оптимального электроснабжения сельских потребителей электроэнергии.

Модульная единица 16. Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий

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 и техники безопасности при эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ). Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Основные положения. Методы и технические средства обеспечения электробезопасности людей и животных от поражения электрическим током.

Курс «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» относится к вариативной части основной образовательной программы направления подготовки кадров высшей квалификации 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве»).

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зач. ед. или 180 часов.**

Формой итогового контроля является **экзамен.**

Пояснительная записка

Дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» занимает важное место в профессиональной подготовке кадров высшей квалификации по направлению 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве»).

Дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» относится к вариативной части основной образовательной программы направления подготовки кадров высшей квалификации 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве»).

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зач. ед. или 180 часов.**

Формой итогового контроля является **экзамен.**

1. Требования к дисциплине

1.1 Внешние и внутренние требования

Дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» в совокупности с другими дисциплинами направлена на формирование следующих компетенций:

а) профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1 – способность обосновывать и разрабатывать технические требования и режимы работы электротехнических устройств и установок растениеводства, животноводства, хранения и переработки продуктов;

ПК-2 – способностью обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;

ПК-3 – способность разрабатывать методологические основы создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения, новые методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, снижения потерь электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей;

ПК-4 – способность обосновывать режимы и параметры технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, а также разрабатывать методы их оптимизации.

1.2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» относится к вариативной части основной образовательной программы направления подготовки кадров высшей квалификации 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве»).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» являются: «Теория и практика планирования эксперимента», «Методы обработки экспериментальных данных».

Дисциплина «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» является основополагающей для подготовки научно-квалификационной работы.

2. Цели и задачи дисциплины. Требования к результатам освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач, связанных с научной работой, использованием оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

Задача изучения дисциплины – развивать инженерные навыки практического применения знаний для решений задач сельскохозяйственного производства.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны:

Знать:

- технические требования к электрическим осветительным, облучательным и электро-технологическим установкам, методы использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах, устройство, принцип действия, специфику применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;

- устройство и принцип действия технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;

- основные энергосберегающие мероприятия и энергосберегающее оборудование; методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, способы снижения потерь электроэнергии;

- методы проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве.

Уметь:

- оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины; разрабатывать способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;

- обосновать методы эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;

- составлять и анализировать энергетические балансы аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определять показатели надежности электроснабжения;

- обосновывать параметры и режимы работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента.

Владеть:

- методами проектирования электрических осветительных, облучательных и электро-технологических установок, навыками разработки, применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве;
- методами анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; методами обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве;
- методами управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения;
- методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве;
- навыками проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве.

3. Организационно-методические данные дисциплины
«Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве»

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зач. ед. (180 часов)**, их распределение по видам работ представлено в таблице 1.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ (очная форма)

Вид учебной работы	Трудоемкость (5 семестр)	
	Зач. ед.	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Аудиторные занятия	1	36
Иные виды аудиторных занятий, в т. ч.:	0,5	18
– коллоквиум	0,22	8
– консультация	0,28	10
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа	4	144
самостоятельное изучение разделов дисциплины	4	144
Вид контроля	Экзамен	

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ (заочная форма)

Вид учебной работы	Трудоемкость (5 семестр)	
	Зач. ед.	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Аудиторные занятия	0,33	12
Иные виды аудиторных занятий, в т. ч.:	-	-
– коллоквиум	-	-
– консультация	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,33	12
Самостоятельная работа	4,67	168
самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,67	168
Вид контроля	Экзамен	

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Дисциплина «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве» состоит из 3 модулей, которые содержат 16 модульных единиц.

Содержание модулей дисциплины
«Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»

Модуль 1 – «Теоретические основы электротехники»
Модульная единица 1. «Линейные электрические цепи постоянного тока»
Модульная единица 2. «Электрические цепи переменного тока»
Модульная единица 3. «Переходные процессы в электрических цепях»
Модульная единица 4. «Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами»
Модульная единица 5. «Электромагнитные поля»

Модуль 2 – «Технологические основы электротехнологии»
Модульная единица 6. «Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Технологические способы электронагрева»
Модульная единица 7. «Технологические способы использования оптических излучений»
Модульная единица 8. «Обработка материалов и продуктов электрическим током. Электроимпульсная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения»
Модульная единица 9. «Применение магнитных полей»

Модульная единица 10. «Ультразвуковые технологии. Электромагнитные поля высокой и сверхвысокой частоты. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении»
--

Модуль 3 – «Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства»
Модульная единица 11. «Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели»
Модульная единица 12. «Преобразование электрической энергии в оптические излучения»
Модульная единица 13. «Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения»
Модульная единица 14. «Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами»
Модульная единица 15. «Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей»
Модульная единица 16. «Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий»

4.2 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины (очная форма)

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (5 семестр)			
	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		всего	ПЗ	
Модуль 1. Теоретические основы электротехники	60	12	6	48
Модульная единица 1. Линейные электрические цепи постоянного тока	12	2	1	10
Модульная единица 2. Электрические цепи переменного тока	12	2	1	10
Модульная единица 3. Переходные процессы в электрических цепях	12	2	1	10
Модульная единица 4. Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами	12	2	1	10
Модульная единица 5. Электромагнитные поля	12	4	2	8
Модуль 2. Технологические основы электротехнологии	60	12	6	48
Модульная единица 6. Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Технологические способы электронагрева	12	2	1	10
Модульная единица 7. Технологические способы использования оптических излучений	12	2	1	10
Модульная единица 8. Обработка материалов и продуктов электрическим током. Электроимпуль-	12	2	1	10

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (5 семестр)			
	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		всего	ПЗ	
сная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения				
Модульная единица 9. Применение магнитных полей	12	2	1	10
Модульная единица 10. Ультразвуковые технологии. Электромагнитные поля высокой и сверхвысокой частоты. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении	12	4	2	8
Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства	60	12	6	48
Модульная единица 11. Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели	10	2	1	8
Модульная единица 12. Преобразование электрической энергии в оптические излучения	10	2	1	8
Модульная единица 13. Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения	10	2	1	8
Модульная единица 14. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами	10	2	1	8
Модульная единица 15. Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей	10	2	1	8
Модульная единица 16. Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий	10	2	1	8
ИТОГО	180	36	18	144

4.2 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины (заочная форма)

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (5 семестр)			
	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		всего	ПЗ	
Модуль 1. Теоретические основы электротехники	60	4	4	56
Модульная единица 1. Линейные электрические цепи постоянного тока	12	-	-	12
Модульная единица 2. Электрические цепи пе-	12	-	-	12

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (5 семестр)			
	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		всего	ПЗ	
ременного тока				
Модульная единица 3. Переходные процессы в электрических цепях	12	2	2	10
Модульная единица 4. Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами	12	2	2	10
Модульная единица 5. Электромагнитные поля	12	-	-	12
Модуль 2. Технологические основы электротехнологии	60	4	4	56
Модульная единица 6. Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Технологические способы электронагрева	12	1	1	11
Модульная единица 7. Технологические способы использования оптических излучений	12	2	2	10
Модульная единица 8. Обработка материалов и продуктов электрическим током. Электроимпульсная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения	12	-	-	12
Модульная единица 9. Применение магнитных полей	12	1	1	11
Модульная единица 10. Ультразвуковые технологии. Электромагнитные поля высокой и сверх-высокой частоты. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении	12	-	-	12
Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства	60	4	4	56
Модульная единица 11. Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели	10	1	1	9
Модульная единица 12. Преобразование электрической энергии в оптические излучения	10	1	1	9
Модульная единица 13. Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения	10	-	-	10
Модульная единица 14. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами	10	1	1	9
Модульная единица 15. Методы надежного энергообеспечения и электро-снабжения сельскохозяйственных энергопотребителей	10	1	1	9

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Трудоемкость (5 семестр)			
	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		всего	ПЗ	
Модульная единица 16. Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий	10	-	-	10
ИТОГО	180	12	12	168

4.3 Содержание модульных единиц

Модуль 1. Теоретические основы электротехники

Модульная единица 1. Линейные электрические цепи постоянного тока.

Линейные электрические цепи постоянного тока. Параметры, характеризующие электрические цепи. Источники Э.Д.С. и тока. Закон Ома. Электрическая энергия, мощность. Законы Кирхгофа. Преобразования электрических схем. Методы расчета электрических цепей.

Аспиранты должны:

Знать: основные определения и законы электрических цепей постоянного тока, методы расчета электрических цепей;

Уметь: преобразовывать и рассчитывать электрические цепи;

Владеть: навыками преобразования и расчета электрических цепей постоянного тока.

Модульная единица 2. Электрические цепи переменного тока

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. Четырехполюсники. Схемы замещения четырехполюсников. Коэффициенты четырехполюсников. 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. 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.

Аспиранты должны:

Знать: основные определения и законы электрических цепей переменного тока, способ получения синусоидальной ЭДС, причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов, способы снижения высших гармоник в электрических цепях, уравнения четырехполюсников;

Уметь: рассчитывать электрические цепи переменного тока, рассчитывать трехфазные электрические цепи, четырехполюсники, электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами;

Владеть: навыками анализа и расчета электрических цепей переменного тока, четырехполюсников.

Модульная единица 3. Переходные процессы в электрических цепях

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. 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.

Аспиранты должны:

Знать: причины возникновения переходных процессов, способы расчета переходных процессов;

Уметь: проводить расчет и анализ переходных процессов в электрических цепях;

Владеть: навыками анализа и расчета переходных процессов в электрических цепях.

Модульная единица 4. Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами

Нелинейные электрические цепи. Общие сведения. Методы расчета нелинейных электрических цепей. Феррорезонанс напряжений и токов. Электрические цепи с распределенными параметрами. Общие сведения. Уравнения однородной линии. Четырехполюсник однородной линии. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

Аспиранты должны:

Знать: основные определения и законы нелинейных электрических цепей, методы расчета нелинейных электрических цепей, основные определения и законы электрических цепей с распределенными параметрами, методы расчета электрических цепей с распределенными параметрами;

Уметь: преобразовывать и рассчитывать нелинейные электрические цепи, электрические цепи с распределенными параметрами и процессы в них;

Владеть: навыками анализа и расчета нелинейных электрических цепей, электрических цепей с распределенными параметрами.

Модульная единица 5. Электромагнитные поля

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.

Аспиранты должны:

Знать: основные определения и законы магнитных полей и цепей, методы расчета магнитных полей и цепей;

Уметь: преобразовывать и рассчитывать магнитные поля и цепи;

Владеть: навыками расчета и анализа магнитных полей и цепей, методами расчета магнитных полей и цепей.

Модуль 2. Технологические основы электротехнологии

Модульная единица 6. Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Технологические способы электронагрева

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. 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. 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. Физические основы и области применения термоэлектрического нагрева и охлаждения. Электронно-лучевой и лазерные нагревы. Физические принципы работы и области применения электронной печи и лазера. Преимущества, недостатки и области использования перечисленных электротехнологий электронагрева.

Аспиранты должны:

Знать: основные определения и законы электротехнологии, виды электротехнологий, способы электрофизических воздействий на сельскохозяйственное сырье, устройство, принцип действия, специфику применения современного электронагревательного и специального электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения;

Уметь: оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, определить способ и дозы электрофизического воздействия на сельскохозяйственное сырье, проектировать электрические электронагревательные и специальное электротехнологическое оборудование сельскохозяйственного назначения, применять технику безопасности при эксплуатации и обслуживании электронагревательного и специального электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения;

Владеть: навыками математического описания конструкционных параметров и режимов работы электротехнологического оборудования, определения способов и доз электрофизического воздействия на сельскохозяйственное сырье, проектирования электрического электронагревательного и специального электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, применения техники безопасности при эксплуатации и обслуживании электронагревательного и специального электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения.

Модульная единица 7. Технологические способы использования оптических излучений

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. Основы законы светотехники. Светотехнические, энергетические величины и способы их измерения. Преимущества, недостатки и области использования ультрафиолетовых, оптических и инфракрасных облучательных установок в сельском хозяйстве.

Аспиранты должны:

Знать: методы проектирования электрических осветительных и облучательных установок, установок электротехнологии с учетом солнечной радиации, технику безопасности при эксплуатации и обслуживании осветительных и облучательных установок, методы использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах.

Уметь: измерять светотехнические величины в разных зонах оптической области спектра электромагнитных излучений, проектировать электрические осветительные и облучательные установки, установки электротехнологии с учетом солнечной радиации, применять технику безопасности при эксплуатации и обслуживании осветительных и облучательных установок;

Владеть: навыками измерения светотехнических величин, проектирования электрических осветительных и облучательных установок.

Модульная единица 8. Обработка материалов и продуктов электрическим током. Электроимпульсная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения

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. 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. 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.

Аспиранты должны:

Знать: принципы управления и автоматизации, правила эксплуатации и безопасного обслуживания, электрохимические и электрокинетические процессы, принципы электроимпульсной технологии и ее особенности, принципы электроимпульсной технологии и ее особенности;

Уметь: производить расчет вторичных источников питания, преобразующих устройств и электротехнологических установок в целом, применять электроимпульсную обработку сельскохозяйственных продуктов, определить необходимость и возможность применения электроимпульсных технологий;

Владеть: навыками расчета вторичных источников питания, преобразующих устройств и электротехнологических установок в целом, определения необходимости и возможности применения электроимпульсных технологий;

Модульная единица 9. Применение магнитных полей

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

Аспиранты должны:

Знать: принципы электроимпульсной технологии и ее особенности;

Уметь: определить необходимость и возможность применения электроимпульсных технологий;

Владеть: навыками определения необходимости и возможности применения электроимпульсных технологий.

Модульная единица 10. Ультразвуковые технологии. Электромагнитные поля высокой и сверхвысокой частоты. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении

Ультразвуковые технологии. Свойства и характеристики ультразвуковых колебаний. Электрические генераторы ультразвука. Применение ультразвука в технологических процессах, ветеринарии и системах контроля. 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, обработка комбикормов. Использование СВЧ-установок в системах контроля точного земледелия и животноводства. Электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении. Применение низкого вакуума при охлаждении и хранении сельскохозяйственной продукции.

Аспиранты должны:

Знать: принципы ультразвуковых технологии и ее особенности, принципы ВЧ и СВЧ технологии и ее особенности, область применения, электрофизические методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении;

Уметь: определить необходимость и возможность применения ультразвуковых технологий в ветеринарии и системах контроля, определить необходимость и возможность применения ВЧ и СВЧ технологий для термической обработки сельскохозяйственной продукции, определить необходимость и возможность применения электрофизических методов при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении.

Владеть: навыками определения необходимости и возможности применения ультразвуковых технологий в ветеринарии и системах контроля, определения необходимости и возможности применения ВЧ и СВЧ технологий для термической обработки сельскохозяй-

ственной продукции, определения необходимости и возможности применения электрофизических методов при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении.

Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства

Модульная единица 11. Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паронагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели

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. 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. Электродуховые печи, камерные, шахтные, тигельные, печи-ванны, электрокалориферы, СВЧ-печи, отопительные и сушильные установки, электросварочное оборудование. Счетчики для учета расхода воды и теплоты.

Аспиранты должны:

Знать: принципы преобразования электрической энергии в другой вид энергии, принципы расчета электротермического оборудования;

Уметь: рассчитывать электротермическое оборудование, рассчитывать и определять расход электрической, тепловой энергии и воды;

Владеть: навыками расчета электротермического оборудования, расчета расхода электрической, тепловой энергии и воды.

Модульная единица 12. Преобразование электрической энергии в оптические излучения

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, сушки и переработки сельскохозяйственной продукции, лечения и защиты от вредителей биологических объектов.

Аспиранты должны:

Знать: принципы преобразования электрической энергии в оптическое излучение, принципы расчета источников оптических и тепловых излучений;

Уметь: рассчитать и выбрать облучательные установки;

Владеть: навыками выбора и расчета облучательных установок.

Модульная единица 13. Установки для получения электроимпульсов и электрических полей высокого напряжения

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.

Аспиранты должны:

Знать: принципы работы и характеристики генераторов электрических импульсов и электрических полей высокого напряжения, области их применения;

Уметь: определить необходимость и рассчитать оптимальные параметры установок для получения электрических импульсов;

Владеть: навыками расчета оптимальных параметров установок для получения электрических импульсов.

Модульная единица 14. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами. Автоматизированный электропривод поточных линий и агрегатов в животноводстве и птицеводстве

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. 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. 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.

Аспиранты должны:

Знать: принципы построения и выбора оборудования для электропривода технологических машин и поточных линий в сельскохозяйственном производстве, автоматизированного электропривода;

Уметь: рассчитывать и проектировать электрический привод для технологических машин и поточных линий в сельскохозяйственном производстве;

Владеть: навыками расчета и проектирования электрических приводов для технологических машин и поточных линий в сельскохозяйственном производстве.

Модульная единица 15. Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей

Методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей. Источники энергии. 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 электроснабжения, способы и средства управления ими. Методические основы технико-экономических расчетов при проектировании и эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственного назначения. Потери энергии в системах электроснабжения. Мероприятия, способствующие энергосбережению в сельских сетях. Коммерческий и технический учет электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей. Применение современных математических методов и компьютерных технологий при решении задач оптимального электроснабжения сельских потребителей электроэнергии.

Аспиранты должны:

Знать: принципы и методы надежного энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных энергопотребителей, основы проектирования и эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственного назначения;

Уметь: рассчитывать системы электроснабжения сельского хозяйства и их режимные показатели, потери энергии в системах электроснабжения.

Владеть: навыками расчета систем электроснабжения сельского хозяйства и их режимных показателей, навыками расчета потерь энергии в системах электроснабжения.

Модульная единица 16. Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий

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 и техники безопасности при эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ). Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Основные положения. Методы и технические средства обеспечения электробезопасности людей и животных от поражения электрическим током.

Аспиранты должны:

Знать: показатели надежности систем электрооборудования и систем электроснабжения, методы и средства технической диагностики электроустановок, мероприятия по сниже-

нию интенсивности отказов и продлению срока службы электроустановок, методы и технические средства защиты электроустановок от аварийных режимов;

Уметь: рассчитывать показатели надежности систем электрооборудования и систем электроснабжения, обосновать и выбрать мероприятия по снижению интенсивности отказов и продлению срока службы электроустановок, методы и технические средства защиты электроустановок от аварийных режимов.

Владеть: навыками расчета показателей надежности систем электрооборудования и систем электроснабжения, обоснования и выбора мероприятий по снижению интенсивности отказов и продлению срока службы электроустановок, выбора и применения методов и технических средств защиты электроустановок от аварийных режимов.

4.4 Аудиторные занятия

Содержание и вид аудиторных занятий (очная форма)

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид аудиторного занятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1 – «Теоретические основы электротехники»			6
	Модульная единица 1. Линейные электрические цепи постоянного тока	Методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока	Консультация	1
	Модульная единица 2. Электрические цепи переменного тока	Высшие гармоники в трехфазных системах. Ток в нейтральном проводе при соединении звездой и симметричной нагрузке при наличии в фазном напряжении генератора гармоник, кратных трем.	Коллоквиум	2
	Модульная единица 3. Переходные процессы в электрических цепях	Понятие о переходных процессах. Коммутация. Время коммутации. Методы расчета переходных процессов.	Консультация	1
	Модульная единица 4. Нелинейные электрические цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами	Переходные процессы в нелинейных электрических цепях и цепях с распределенными параметрами	Консультация	1
	Модульная единица 5. Электромагнитные поля	Расчет электромагнитных полей электрических кабелей	Консультация	1
2.	Модуль 2 – «Технологические основы электротехнологии»			6
	Модульная единица 6. Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и	Разновидности электронагрева	Консультация	1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид аудиторного занятия	Кол- во час- сов
	продукции. Технологические спо- собы электронагрева			
	Модульная единица 7. Техноло- гические способы использования оптических излучений	Светотехника как наука и техника освещения и об- лучения в сельском хо- зяйстве. Основы закона светотехники. Светотех- нические, энергетические величины и способы их измерения	Консульта- ция	1
	Модульная единица 8. Обработка материалов и продуктов электри- ческим током. Электроимпульсная технология и ее особенности. Применение электрических полей высокого напряжения	Обработка материалов и продуктов электрическим током. Технологические свойства проявления электрического тока. Электрохимические и электрокинетические процессы.	Коллоквиум	2
	Модульная единица 9. Примене- ние магнитных полей	Магнитная очистка семян и кормов, обработка воды	Консульта- ция	1
	Модульная единица 10. Ультра- звуковые технологии. Электро- магнитные поля высокой и сверх- высокой частоты. Электрофизиче- ские методы при охлаждении сельскохозяйственной продукции и ее хранении	Ультразвуковые техноло- гии. Свойства и характе- ристики ультразвуковых колебаний. Элек- трические генераторы ультразвука	Консульта- ция	1
3.	Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства			6
	Модульная единица 11. Преобра- зование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагреватели, котлы и паро- нагреватели, электроконвекторы и лучистые обогреватели	Виды электронагрева. Тепловой расчет электро- термического оборудова- ния. Основные виды теп- лопередачи, кинетика нагрева. Общее уравнение электронагрева, его ана- лиз и электрическая мо- дель	Коллоквиум	1
	Модульная единица 12. Преобра- зование электрической энергии в оптические излучения	Осветительные установки и их характеристики. Вы- бор и расчет параметров ламп и их размещения. Облучательные установки в сельскохозяйственном производстве	Коллоквиум	1
	Модульная единица 13. Установ- ки для получения электроимпуль-	Принципы работы и ха- рактеристики генераторов	Консульта- ция	1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид аудиторного занятия	Кол-во часов
	сов и электрических полей высокого напряжения	электрических импульсов, электрических генераторов электростатического, коронного полей и полей высокого напряжения повышенной частоты		
	Модульная единица 14. Электропривод технологических машин и поточных линий в животноводстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами	Переходные процессы в электроприводе. Режимы работы электроприводов. Анализ уравнения нагрева и охлаждения электродвигателей. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами.	Коллоквиум	1
	Модульная единица 15. 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.	Коллоквиум	1
	Модульная единица 16. Эксплуатация электрооборудования. Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий	Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования. Нормативы по организации, структуре и оснащению служб электротехнического сервиса.	Консультация	1
ИТОГО				18

Содержание практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид контрольного мероприятия	ОФО	ЗФО
				Кол- во часов	Кол- во ча- сов
1.	Модуль 1. Теоретические основы электротехники			6	4
	МЕ 3 Переходные процессы в электрических цепях	Практическое занятие № 1 Численные методы моде- лирования и анализа пере- ходных процессов	Отчет по за- данию	2	2

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид контрольного мероприятия	ОФО	ЗФО
				Кол- во часов	Кол- во ча- сов
2.	МЕ 4 Нелинейные электриче- ские цепи. Электрические цепи с распределенными параметрами	Практическое занятие № 2 Расчет нелинейных элек- трических цепей графиче- скими и графоаналитиче- скими методами	Отчет по за- данию	2	2
3.	МЕ 5 Электромагнитные поля	Практическое занятие № 3 Расчет магнитных цепей постоянного и переменного тока графоаналитиче- скими и аналитическими методами.	Отчет по за- данию	2	-
2.	Модуль 2. Технологические основы электротехнологии			6	4
	МЕ 6 Электротехнология как наука и область техники. Физические свойства сельскохозяйственного сырья и продукции. Тех- нологические способы электронагрева	Практическое занятие № 4 Электрический нагрев и электрическое отопление	Отчет по за- данию	2	1
	МЕ 7 Технологические способы использования оптических излучений	Практическое занятие № 5 Методика построения ма- тематических моделей со- здания и функционирова- ния светотехнических и электротехнологических агрегатов.	Отчет по за- данию	2	2
	МЕ 9 Применение магнитных полей	Магнитная очистка семян и кормов, обработка воды	Отчет по за- данию	2	1
3.	Модуль 3. Методы и электрооборудование электрификации сельского хозяйства			6	4
	МЕ 11 Преобразование электрической энергии в тепловую. Электрические воздухо- и водонагревате- ли, котлы и паронагрева- тели, электроконвекторы и лучистые обогреватели	Практическое занятие № 6 Расчет мощности элек- троподогревателей возду- ха	Отчет по за- данию	2	1
	МЕ 12 Преобразование электрической энергии в оптические излучения	Практическое занятие № 7 Особенности инфракрас- ного нагрева, ИК источни- ки и установки, их выбор	Отчет по за- данию	2	1
	МЕ 14 Электропривод технологических машин и поточных линий в живот-	Практическое занятие № 8 Электромеханические и механические характери-	Отчет по за- данию	1	1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	Тема занятия	Вид контрольного мероприятия	ОФО	ЗФО
				Кол- во часов	Кол- во ча- сов
	новодстве, растениеводстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Аппаратура и автоматическое управление электроприводами	стики электроприводов постоянного тока и асинхронных.			
	МЕ 15 Методы надежного энергообеспечения и электро-снабжения сельскохозяйственных энергопотребителей	Практическое занятие № 9 Показатели надежности энергообеспечения и электроснабжения сельскохозяйственных потребителей	Отчет по заданию	1	1
Всего				18	12

4.5 Самостоятельное изучение модульных единиц дисциплины

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

№ п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ОФО	ЗФО	Вид контрольного мероприятия
			Кол-во часов	Кол-во часов	
Модуль 1. Электротехнология как наука и область тех- ники			48	56	
1.	МЕ 1	Параметры, характеризующие элек- трические цепи. Преобразования электрических схем. Методы расчета электрических цепей.	10	12	Опрос
2.	МЕ 2	Электрические цепи с взаимной ин- дуктивностью. Четырехполюсники. Схемы замещения четырехполюсни- ков. Коэффициенты четырехполюс- ников.	10	12	Опорный конспект
3.	МЕ 3	Переходные процессы в электриче- ских цепях. Общие сведения.	10	10	Отчет по за- данию
4.	МЕ 4	Феррорезонанс напряжений и токов.	10	10	Презентация
5.	МЕ 5	Расчет емкости, напряженности и энергии электрического поля. Пре- образования и методы расчета элек- тростатических полей.	8	12	Опрос
Модуль 2. Технологический электронагрев			48	56	
6.	МЕ 6	Основы нагрева. Особенности ди- электрического нагрева материала. Установки для диэлектрического нагрева.	10	11	Опрос

№ п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ОФО	ЗФО	Вид контрольного мероприятия
			Кол-во часов	Кол-во часов	
7.	МЕ 7	Осветительные и облучательные установки. Установки УФ облучения. Расчет установок УФ облучения.	10	10	Отчет по заданию
8.	МЕ 8	Электрофизические методы обработки металлов. Импульсные токи в ветеринарии.	10	12	Отчет по заданию
9.	МЕ 9	Применение магнитных полей, установки магнитной обработки воды.	10	11	Доклад
10.	МЕ 10	Применение ультразвука в технологических процессах сельскохозяйственного производства и ветеринарии.	8	12	Опрос
Модуль 3. Технологические способы использования оптических излучений			48	56	
11.	МЕ 11	Основные виды теплопередачи, кинетика нагрева. Определение основных конструктивных и энергетических параметров электрооборудования.	8	9	Доклад
12.	МЕ 12	Оптические, электротехнические, энергетические и эксплуатационные характеристики источников излучения: ламп накаливания, разрядных ламп низкого и высокого давления.	8	9	Опрос
13.	МЕ 13	Электроаэрозольные, электроозонирующие и ионизирующие установки. Электрокоронные фильтры. Генерирование и использование озона в животноводстве и растениеводстве.	8	10	Опрос
14.	МЕ 14	Электромеханические и механические характеристики электроприводов постоянного тока и асинхронных. Способы регулирования скорости асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока.	8	9	Отчет по заданию
15.	МЕ 15	Выбор мощности трансформаторных подстанций и сечений проводов и кабелей ЛЭП 10-110 кВ и 0,38 кВ. Сетевое и автономное резервирование электроснабжения.	8	9	Опорный конспект
16.	МЕ 16	Мероприятия по снижению интенсивности отказов и продлению срока службы электроустановок. Методы и технические средства защиты электроустановок от аварийных режимов.	8	10	Опрос

№ п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	ОФО	ЗФО	Вид контрольного мероприятия
			Кол-во часов	Кол-во часов	
		Правила технической эксплуатации и техники безопасности при эксплуатации электроустановок (ПТЭ и ПТБ). Правила устройства электроустановок (ПУЭ).			
ВСЕГО			144	168	

5.Взаимосвязь видов учебных занятий

Компетенции	МЕ	
	Аудиторная работа	Практические занятия
ПК-1 – способность к исследованию электротехнологических процессов и электрооборудования применяемого в сельскохозяйственном производстве	1-5	6, 7, 9, 11, 12, 14
ПК-2 – способностью обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	6-10, 11-14	6, 7, 9, 11, 12, 14
ПК-3 – способность разрабатывать методологические основы создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения, новые методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, снижения потерь электроэнергии сельскохозяйственных потребителей	15, 16	15
ПК-4 – способность обосновывать режимы и параметры технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, а также разрабатывать методы их оптимизации.	6-10, 11-14	6, 7, 9, 11, 12, 14

6. Оценочные средства для текущего и промежуточного контроля обучающихся

Оценочные средства для текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине разработаны в соответствии с требованиями Положения о фонде оценочных средств по программам подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре ГБОУ ВПО НГИЭИ. Примерные оценочные средства представлены в Приложении 1.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Михайлова, О. В. Светотехника: Учебное пособие / О. В. Михайлова, В. Л. Осокин, Г. В. Новикова. – Княгинино: НГИЭИ, 2013. – 380 с.
2. Горбунова Л.Н. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]/ Л.Н. Горбунова, С.А. Гусева— Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015.— 117 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55913.html>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Игнатович В.М. Электрические машины и трансформаторы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатович В.М., Ройз Ш.С. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 182 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34738>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Лысаков А.А. Электротехнология. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лысаков А.А. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. – 124 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47400.html>. – ЭБС «IPRbooks»
5. Папков Б. В., Осокин В. Л., Вероятностные и статистические методы оценки надёжности элементов и систем электроэнергетики: теория, примеры, задачи: Учебное пособие / Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2017. – 424 с. – ISBN: 978-5-94178-552-0

7.2. Дополнительная литература:

1. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694.html>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Исаев Ю.Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Исаев Ю.Н., Купцов А.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.– 180 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26925>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Серебряков А. С., Осокин В. Л. Полупроводниковые источники питания аппаратов ионно-электронной технологии: монография – Княгинино: НГИЭУ, 2015. – 216 с.
4. Серебряков, А. С. Автоматика : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общ. ред. А. С. Серебрякова. — М.: Издательство Юрайт, 2016. – 431 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-5403-6.
5. Папков Б. В., Осокин В. Л. Управление электропотреблением в условиях рынка и интеллектуализации систем электроснабжения : монография. – Княгинино : НГИЭУ, 2016. – 218 с.

7.3. Программное обеспечение

1. Комплект программного обеспечения: ОС Windows 2000, XP, Vista, Server 2003; MicrosoftOffice 2003, 2007; антивирус «DrWeb»;
2. Программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет;
3. Система компьютерной алгебры Mathcad (идентификационный номер подписчика: 423550);
4. Программы имитационного моделирования DIALux (<http://www.dialux-help.ru/catalog> - свободный доступ).

7.4. Информационно-справочные системы

1. Библиотека ГОСТов <http://vsegost.com/>
2. Электротехнический портал <http://elektroportal.ru/>
3. Федеральное государственное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (ФГУ ФИПС) Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатента) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

7.5. Электронные библиотечные системы

1. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» <http://www.knigafund.ru/> (Контракт № 990/11-ЛВ-2015 12.11.2015 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к электронному периодическому изданию Электронно-библиотечной системы «КнигаФонд»; Договор № 890/06-ЛВ-2015 от 01.07.2015 г.)
2. Национальная электронная библиотека <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/> (Договор № 101/НЭБ/0548 от 20.07.2015г. о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке; Договор № 101/НЭБ/0555 от 22.07.2015 г. о предоставлении доступа к Национальной Электронной библиотеке)
3. Электронно-библиотечная система <http://www.iprbookshop.ru/> (Контракт № 1506/15 от 11.11.2015 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks)

7.6. Интернет-ресурсы

Интернет <http://www.dialelectrolux.ru>
Интернет <http://www.lamps.ru>
Интернет <http://www.svetotechnika.ru>
Интернет <http://www.batteryteam.ru>
Интернет <http://www.osveti.ru>

8. Критерии оценки результатов обучения

Критерии оценки результатов обучения представлены в Приложении 2.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Рекомендуемая база для проведения лабораторных и практических занятий:

Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве	218	1. Персональный компьютер – 10 шт. 2. Мультимедийное оборудование
	215	1. Компьютеризированный лабораторный стенд «Системы автоматизации и управления САУ-МАКС» - 1 шт. 2. Лабораторный стенд «Источники света и энергосберегающие технологии в светотехнике» - 1 шт.
	214 А	1. Лабораторный стенд «Ветроэнергетическая система на базе синхронного генератора» - 1 шт. 2. Лабораторный стенд «Электрические машины с универсальной машиной переменного тока» - 1 шт
	214	1. Лабораторный стенд «Модель электрической системы» - 1 шт.

**Паспорт фонда оценочных средств
по дисциплине «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»**

№ п/п	Контролируемые модульные единицы	Код контролируемой и наименование компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Наименование оценочного средства
1	ME1 – ME7, ME9, ME11, ME12, ME14	Способность обосновывать и разрабатывать технические требования и режимы работы электротехнических устройств и установок растениеводства, животноводства, хранения и переработки продуктов (ПК-1)	ЗНАТЬ: технические требования к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методы использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах, устройство, принцип действия, специфику применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве. УМЕТЬ: оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины; разрабатывать способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве. ВЛАДЕТЬ: методами проектирования электрических осветительных, облучательных и электротехнологических установок, навыками разработки, применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.	Консультация Коллоквиум Опрос Опорный конспект Отчет по заданию Презентация Доклад
2	ME6 – ME14	Способностью обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в	ЗНАТЬ: устройство и принцип действия технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и	Консультация Коллоквиум Опрос Опорный конспект

		сельскохозяйственном производстве (ПК-2)	установок в сельскохозяйственном производстве УМЕТЬ: обосновать методы эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве ВЛАДЕТЬ: методами анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; методами обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	Отчет по заданию Презентация Доклад
3	ME15, ME16	Способность разрабатывать методологические основы создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения, новые методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, снижения потерь электроэнергии у сельскохозяйственных потребителей (ПК-3)	ЗНАТЬ: основные энергосберегающие мероприятия и энергосберегающее оборудование; методы и технические средства для повышения надежности электроснабжения, способы снижения потерь электроэнергии УМЕТЬ: составлять и анализировать энергетические балансы аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определять показатели надежности электроснабжения ВЛАДЕТЬ: методами управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения.	Консультация Коллоквиум Опрос Опорный конспект Отчет по заданию
4	ME6 – ME14	Способность обосновывать режимы и параметры технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, а также разрабатывать методы их оптимизации (ПК-4);	ЗНАТЬ: методы проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве УМЕТЬ: обосновывать параметры и режимы работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента ВЛАДЕТЬ: методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве; навыками проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве	Консультация Коллоквиум Опрос Опорный конспект Отчет по заданию Презентация Доклад

Примерные вопросы для коллоквиума, собеседования

Модульная единица 2. Электрические цепи переменного тока

1. Синусоидальный ток. Принцип получения. Основные величины, характеризующие синусоидальный ток (мгновенное, амплитудное, действующее, среднее значение синусоидальной величины, частота, угловая частота, период).
2. Формы представления синусоидальных функций (аналитическая, графическая, векторная, комплексная). Закон Ома для участка цепи синусоидального тока с резистивным элементом.
3. Цепь синусоидального тока при последовательном соединении R , L , C – элементов. Резонанс напряжений. Угол φ . Определение. Треугольник сопротивлений, мощностей.
4. Цепь синусоидального тока при параллельном соединении R , L , C – элементов. Резонанс токов. Угол φ . Определение. Треугольник сопротивлений, мощностей.
5. Понятие о резонансе в цепях синусоидального тока. Частотные характеристики цепей.
6. Мощность цепи синусоидального тока. Мгновенная активная, реактивная, полная мощность. Баланс мощностей. Коэффициент мощности.
7. Комплексное и полное сопротивление, проводимость электрической цепи.
8. Трехфазные цепи. Структура трехфазной цепи. Способы представления трехфазных синусоидальных величин.
9. Получение трехфазной синусоидальной ЭДС.
10. Трехфазный генератор: общее устройство, принцип действия, симметричная система фазных ЭДС.
11. Симметричные и несимметричные трехфазные цепи. Однородная и неоднородная нагрузка в трехфазных цепях.
12. Симметричная трехфазная цепь, соединенная звездой. Векторная диаграмма фазных и линейных напряжений.
13. Соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении звездой.
14. Несимметричная четырехпроводная цепь, соединенная звездой с различными приемниками. Векторная диаграмма.
15. Нейтральный провод. Назначение. Ток напряжение в нейтральном проводе.
16. Несимметричная трехпроводная цепь, соединенная звездой. Напряжение смещения нейтрали. Векторная диаграмма.
17. Трехфазная цепь, соединенная треугольником. Симметричная нагрузка. Векторная диаграмма.
18. Трехфазная цепь, соединенная треугольником. Несимметричная нагрузка. Векторная диаграмма.
19. Соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении треугольником.
20. Активная, реактивная и полная мощность трехфазной цепи.
21. Эквивалентные преобразования треугольника сопротивлений в звезду. Эквивалентные преобразования звезды сопротивлений в треугольник.
22. ЭЦ несинусоидального переменного тока. Условия возникновения несинусоидальных токов. Периодическая несинусоидальная функция. Разложение несинусоидальных функции в ряд Фурье.
23. Порядок расчета токов и напряжений в линейных ЭЦ при несинусоидальных ЭДС.
24. Действующее значение несинусоидального тока. Действующее значение несинусоидального напряжения.
25. Зависимость индуктивного и емкостного сопротивления от номера гармоники.

26. Применение комплексного метода для расчета цепей линейных цепей при действии на них несинусоидальных ЭДС.
27. Активная, реактивная и полная мощность в цепи периодического несинусоидального тока. Мощность искажений в цепи периодического несинусоидального тока. Что она характеризует?
28. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные функции.
29. Коэффициент мощности периодического несинусоидального тока.
30. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.
31. Коэффициент n – ой гармоники.
32. Резонансные явления при несинусоидальных токах.
33. Условие наступления резонанса напряжения и токов для n – ой гармоники.
34. Высшие гармоники в трехфазных системах.
35. Ток в нейтральном проводе при соединении звездой и симметричной нагрузке при наличии в фазном напряжении генератора, кратных трем.
36. Соотношение между фазными и линейными напряжениями генератора при соединении его обмоток звездой и треугольником при наличии высших гармоник.

Критерии оценки:

	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ
оценка «отлично»	- аспирант исчерпывающе, логически и аргументировано излагает материал вопроса; обосновывает собственную точку зрения при анализе конкретной проблемы исследования, грамотно использует методы научной коммуникации, свободно отвечает на поставленные дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы
оценка «хорошо»	- аспирант демонстрирует знание базовых положений в области организации исследовательской деятельности без использования дополнительного материала; проявляет логичность и доказательность изложения материала, но допускает отдельные неточности при использовании ключевых понятий и способов научной коммуникации; в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки
оценка «удовлетворительно»	- аспирант поверхностно раскрывает основные теоретические положения организации исследовательской деятельности, у него отсутствует знание специальной терминологии; в усвоении программного материала имеются существенные пробелы, излагаемый материал не систематизирован; выводы недостаточно аргументированы, имеются смысловые и речевые ошибки
оценка «неудовлетворительно»	- аспирант допускает фактические ошибки и неточности, у него отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу

Задания для практических занятий

МЕ 3 Переходные процессы в электрических цепях

В соответствии с выданным заданием, смоделировать переходный процесс. Выявить факторы, влияющие на характер и продолжительность переходного процесса. Подготовить отчет, сделать вывод по выполненной работе.

Задание для практического занятия

«Численные методы моделирования и анализа переходных процессов»

В электрической цепи в результате коммутации возникает переходный процесс. Параметры цепи для каждого варианта приведены в таблице 1, постоянная ЭДС источника $E = 120$ В, сопротивления резисторов в схемах одинаковы.

Требуется:

1. Определить численным методом зависимости токов переходного процесса от времени во всех ветвях схемы $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i_3(t)$ и напряжение на конденсаторе $u_C(t)$.
2. На основании полученных зависимостей построить графики найденных токов и напряжений на конденсаторе.

Таблица 1 – Параметры элементов цепи

Вариант	Параметры цепи		
	R , Ом	C , мкФ	Схема
1	10	100	
2	8	160	
3	6	120	
4	16	80	
5	18	200	

Критерии оценки:

«зачтено» – устойчивое владение навыком, хорошее знание теоретических аспектов решения поставленных задач;

«не зачтено» – навык практически не сформирован, отсутствуют необходимые знания теоретических аспектов решения поставленных задач.

Задания для самостоятельной работы аспирантов

МЕ 1. Параметры, характеризующие электрические цепи. Преобразования электрических схем. Методы расчета электрических цепей.

1. Изучив рекомендованную литературу, подготовиться к устному опросу по следующим вопросам:

1. . Что такое электрическая цепь?
2. Что такое постоянный электрический ток?
3. Что такое электродвижущая сила?
4. Какое направление принято считать положительным для электрического тока?
5. Что такое баланс мощности электрической цепи?
6. Что такое внешняя характеристика электрической энергии?
7. Назовите типовые режимы работы электрической цепи.
8. Как изменяется общее сопротивление последовательно соединенных резисторов при подключении нового элемента?
9. Как меняется общая проводимость параллельно соединенных резисторов при подключении нового элемента?
10. Сформулируйте правило выбора знаков ЭДС источников при эквивалентных преобразованиях последовательного и параллельного соединений.
11. Сформулируйте правило выбора знака мощности источника в балансе мощностей электрической цепи.
12. Сформулируйте основной принцип, на котором основан метод контурных токов.
13. Сформулируйте основной принцип, на котором основан метод узловых потенциалов.
14. Сформулируйте основной принцип, на котором основан метод наложения.
15. Сформулируйте основной принцип, на котором основан метод эквивалентного генератора.

Критерии оценки

«зачтено» – устойчивое владение навыком, хорошее знание теоретических аспектов решения поставленных задач;

«не зачтено» – навык практически не сформирован, отсутствуют необходимые знания теоретических аспектов решения поставленных задач.

Критерии оценки результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Шифр: З (УК-1) – 1	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений Шифр: У (УК-1) – 1	Отсутствие умений	Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.

областях Шифр: В (УК-1) – 2					
ЗНАТЬ: технические требования к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методы использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах, устройство, принцип действия, специфику применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способы применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве. Шифр: З (ПК-1) – 1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о технических требованиях к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методах использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах; об устройстве, принципе действия, специфике применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способах применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.	Неполные представления о технических требованиях к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методах использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах; об устройстве, принципе действия, специфике применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способах применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о технических требованиях к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методах использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах; об устройстве, принципе действия, специфике применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способах применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.	Глубокие знания о технических требованиях к электрическим осветительным, облучательным и электротехнологическим установкам, методах использования оптического излучения и электрической энергии в технологических процессах; об устройстве, принципе действия, специфике применения современного электротехнологического оборудования сельскохозяйственного назначения, способах применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.
УМЕТЬ: оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины; разрабаты-	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умений оценки и математического описания конструкционных параметров и режимов работы электротехнологического оборудования, измерения светотехнических величин, разработки способов применения,	В целом успешное, но не систематическое использование умений оценки и математического описания конструкционных параметров и режимов работы электротехнологического оборудования, измерения светотехнических величин, разработки способов	Сформированное умение оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины, разрабатывать способы применения, исследования средств электротехно-	Сформированное умение оценивать и математически описывать конструкционные параметры и режимы работы электротехнологического оборудования, измерять светотехнические величины, разрабатывать способы применения, исследования средств электро-

энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве Шифр: З (ПК-2) – 1		сельскохозяйственном производстве	ственном производстве	сельскохозяйственном производстве	
УМЕТЬ: обосновать методы эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве Шифр: У (ПК-2) – 1	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения обоснования методов эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	В целом успешное, но не систематическое использование умения обоснования методов эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	Сформированное с отдельными пробелами умение обоснования методов эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	Сформированное умение обоснования методов эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве; обосновывать способы, методы и технические средства эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве
ВЛАДЕТЬ: методами анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; методами обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве Шифр: В (ПК-2) – 1	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	В целом успешное применение навыков проектирования режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве	Успешное и систематическое применение навыков проектирования режимов работы энергетических систем и установок с целью оптимизации сельскохозяйственного производства; обоснования способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве
ЗНАТЬ: основные энергосберегающие мероприятия и энергосберегающее оборудование; методы и технические средства для	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных энергосберегающих мероприятиях и энергосберегающем оборудовании; методах и технических средствах для повышения	Неполные представления об основных энергосберегающих мероприятиях и энергосберегающем оборудовании; методах и технических средствах для повышения надежности электроснаб-	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях об основных энергосберегающих мероприятиях и энергосберегающем оборудовании; методах и технических средствах	Глубокие знания об основных энергосберегающих мероприятиях и энергосберегающем оборудовании; методах и технических средствах для повышения надежности электроснаб-

повышения надежности электроснабжения, способы снижения потерь электроэнергии Шифр: З (ПК-3) – 1		надежности электроснабжения, способах снижения потерь электроэнергии	троснабжения, способах снижения потерь электроэнергии	для повышения надежности электроснабжения, способах снижения потерь электроэнергии	жения, способах снижения потерь электроэнергии
УМЕТЬ: составлять и анализировать энергетические балансы аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определять показатели надежности электроснабжения Шифр: У (ПК-3) – 1	Отсутствие умений	Фрагментарное умение формирования и анализа энергетических балансов аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определения показателей надежности электроснабжения	В целом успешное, но не систематическое использование умения формирования и анализа энергетических балансов аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определения показателей надежности электроснабжения	Сформированное с отдельными пробелами умение формирования и анализа энергетических балансов аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определения показателей надежности электроснабжения	Сформированное умение формирования и анализа энергетических балансов аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей; определения показателей надежности электроснабжения
ВЛАДЕТЬ: методами управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения. Шифр: В (ПК-3) – 1	Отсутствие умений	Фрагментарное применение навыков управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения.	В целом успешное применение навыков управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения.	Успешное и систематическое применение навыков управления энергоэффективностью производственных объектов, навыками разработки способов снижения потерь электроэнергии и методов повышения надежности электроснабжения.
ЗНАТЬ: методы проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве Шифр: З (ПК-4) – 1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве	Неполные представления о методах проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве	Сформированные систематические представления о методах проектирования и оптимизации параметров и режимов технологических процессов, технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве
УМЕТЬ: обосновывать параметры и режимы работы технических	Отсутствие умений	Слабо выраженное умение обосновывать параметры и режимы работы технических	В целом успешное, но не систематическое умение обосновывать параметры и режи-	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение обосновывать параметры и ре-	Сформированное умение обосновывать параметры и режимы работы технических

ческих средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента Шифр: У (ПК-4) – 1		средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента	мы работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента	жимы работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента	средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, с помощью методов планирования эксперимента
ВЛАДЕТЬ: методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве Шифр: В (ПК-4) – 1	Не владеет методами	Владеет методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве, допуская существенные ошибки при применении данных знаний.	Владеет некоторыми методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве	В целом успешное, но содержащее некоторые пробелы умение применять методы оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве	Успешное и системное владение методами оптимизации параметров и режимов работы технических средств, установок и оборудования, используемых в сельском хозяйстве
ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве Шифр: В (ПК-4) – 2	Отсутствие навыка	Фрагментарное использование навыков проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве	В целом успешное, но не систематическое использование навыков проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование навыков проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве	Успешное и систематическое использование навыков проектирования моделей технологических процессов в сельском хозяйстве

