

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Пер. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

П.Б. Акмаров

20/18 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Электрические сети и системы

Направление подготовки *«Агроинженерия»*

Направленность (профиль) *«Электроснабжение»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ».....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ» В СТРУКТУРЕ ООП.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ».....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ».....	7
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	10
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ».....	18
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ».....	19
9. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ» (Заочное обучение).....	21
· ПРИЛОЖЕНИЯ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	24

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ»

Цель – формирование у будущих специалистов системы компетенций для расчета и проектирования электрических сетей.

Задачи:

– знать современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности; принципы проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, оборудование электрических сетей;

– уметь использовать углубленные теоретические и практические знания в области профессиональной деятельности; выполнять технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; выбирать и проектировать новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети;

– владеть навыками использования углубленных теоретических и практических знаний, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; выбора и проектирования энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, систем и сетей.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства, технологии и средства производства сельскохозяйственной техники, технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования, методы и средства испытания машин, машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий;

электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения;

энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Электрические сети и системы» является дисциплиной по выбору блока Б1.В.ДВ.09.01 учебного плана подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), профиль подготовки «Электроснабжение»

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических занятий, выполнение расчетно-графической работы, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины.

Данная дисциплина (модуль) базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин математика, физика, ТОЭ, электрические машины, электроснабжение.

Освоение данной дисциплины необходимо для проектной и научно-исследовательской работы, выполнения заданий по производственной практике, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи
дисциплины (модуля) Электрические сети и системы

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	название учебных дисциплин (модулей), практик,	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.ДВ.09.01	Математика Физика Теоретические основы электротехники Электрические машины Монтаж электрооборудования и средств автоматизации Электроснабжение	Проектирование систем электрификации Подготовка выпускной квалификационной работы

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ» И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

3.1 Перечень профессиональных (ПК) компетенций

Номер/ индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	рабочие и технологические процессы машин	применять методы проведения исследований рабочих и технологических процессов машин	навыками составления программы исследований, анализом результатов исследования, применением их при проектировании электрических сетей.
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, обеспечивающих надежную работу электрооборудования

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических

сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;

- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

Семестр	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Контроль
7	108	36	72	22	-	14	зачет

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	7	1	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	6	2				4	Экспресс-опрос на лекции
2	7	2		8	2	2			4	Проверка решений
3	7	3	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	8	2				6	Экспресс-опрос на лекции
4	7	4		10	2	2			6	Проверка решений
5	7	5		8	2				6	Экспресс-опрос на лекции
6	7	6		10	2	2			6	Тестирование
7	7	7	Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	8	2				6	Проверка решений
8	7	8		10	2	2			6	Тестирование
9	7	9		8	2				6	Проверка решений
10	7	10		10	2	2			6	Экспресс-опрос на лекции
11	7	11		8	2				6	Проверка решений
12	7	12		8		2			6	Тестирование
13	7	13		6		2			4	Проверка решений
Итого				108	22	14	-		72	Зачет

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов		
		Компетенции	Общее кол-во компетенций
Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	14	ПК-2	1
Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	36	ПК-2, ПК-8	2
Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	58	ПК-2, ПК-8	2
Итого	108		

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час)
1.	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	Основные понятия, термины и определения. Особенности систем передачи и распределения электрической энергии. Номинальные напряжения элементов электрических сетей. Режимы нейтралей электрических сетей. Принципы конструктивного исполнения воздушных и кабельных электрических сетей.	4
2.	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	Характеристика и расчет параметров схем замещения воздушных и кабельных линий электропередач. Параметры и схемы замещения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Моделирование трансформаторов с расщепленными обмотками. Моделирование компенсирующих устройств в электрических сетях.	8
3.	Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	Электрические нагрузки и задачи расчетов установившихся режимов. Анализ режима участка электрической сети. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей. Расчет режима линии электропередачи. Расчет установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей. Методы расчета и анализа потерь электрической энергии. Основы построения схем электрических сетей. Общая характеристика задач технико-экономических расчетов.	10

4.4 Лабораторный практикум

Отсутствует.

4.5 Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	Модуль 1	Расчет полного удельного индуктивного сопротивления проводов воздушной линии электропередачи.	2
2.	Модуль 2	Определение экономического сечения проводов воздушной линии электропередачи.	2
4.	Модуль 3	Определение годовых потерь энергии в трансформаторе.	2
5.	Модуль 3	Определение потери напряжения в проводах воздушной линии электропередачи.	2
6.	Модуль 3	Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.	2
8.	Модуль 3	Определение расчетной нагрузки для трансформаторной подстанции.	2
9.	Модуль 3	Определение оптимальной надбавки трансформатора и построение таблицы отклонений напряжения.	2
Итого			14

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	10	Работа с учебной литературой. Решение задач.	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
2.	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	24	Работа с учебной литературой. Решение задач. Выполнение расчетно-графической работы	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
3.	Модуль 2. Расчеты режимов работы электрических сетей	38	Работа с учебной литературой. Решение задач. Выполнение расчетно-графической работы	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
Итого		72		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) профиль «Электроснабжение» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5.1 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Лекции, с постановкой проблем и анализом их решения на примере действующих программ	6
	ПР	Решение ситуационных задач, дискуссии, обсуждение различных точек зрения и подходов к решению задач	8
Итого:			14

Занятия проводятся с использованием компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к зачету.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Электрические сети и системы» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет по расчетно-графической работе, зачет по дисциплине).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - защита расчетно-графической работы и сдача зачета.

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства и форма контроля
1.	7	ВК, ТАт	ПК-2	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	Входной и текущий контроль
2.	7	ТАт	ПК-2, ПК-8	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	Текущий контроль, проверка заданий
3.	7	ТАт, ПрАт	ПК-2, ПК-8	Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	Текущий и промежуточный контроль, зачет

¹ Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Знания, умения, навыки и уровень сформированных компетенций обучающихся оцениваются на зачете по шкале «зачтено», «незачтено».

Отметка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он выполнил требования программы практики; форма и содержание отчета соответствует требованиям; индивидуальное задание имеет полное освещение в отчете; исчерпывающе и логически стройно его излагает; продемонстрировал уверенное владение материалом; справляется с вопросами и другими видами применения знаний; не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов; обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«незачтено»** выставляется обучающемуся, который не выполнил требования программы практики в полном объеме, форма и содержание отчета не соответствует заданию, низкое качество оформления отчетной документации, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки при изложении индивидуального задания.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной сис-

теме: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры оценочных средств: а) для входного контроля (ВК):

1. Роль электрических сетей при передаче и распределении электрической энергии.
2. Перечислите типовые схемы распределительных сетей.
3. Из каких структурных частей состоит трансформаторная подстанция?
4. Назовите основные особенности радиальных схем электрических сетей и их отличие от магистральных электрических сетей.
5. Перечислите методы определения расчетной нагрузки и дайте их краткую характеристику.
6. Чем определяется допустимая токовая нагрузка на линию электропередачи?
7. Какие существуют режимы нейтрали в электрических сетях?
8. В чем состоит смысл компенсации реактивной мощности в электрических сетях?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

1. Почему необходимо передавать (транспортировать) электроэнергию?
2. Что общего в понятиях «электропередача» и «электрическая сеть» и чем они отличаются?
3. Какие линии составляют системы передачи и распределения электроэнергии?
4. В чем условность разделения систем передачи и распределения электроэнергии по номинальному напряжению?
5. В чём преимущества и недостатки сложнзамкнутых систем передачи электроэнергии?
6. Какие сети составляют систему распределения электроэнергии?
7. Как формируются замкнутые сети? Каковы их виды?
8. Какова классификация электрических сетей по напряжению, охвату территории, назначению?

9. Почему напряжение в узлах сети постоянно изменяется, а не остаётся постоянным?
10. Для чего разземляют нейтрали трансформаторов?
11. Какими факторами определяется выбор типа линии электропередачи?
12. Из каких материалов изготавливают провода и грозозащитные тросы?
13. Для каких целей используют схемы замещения? Назовите преимущества и недостатки этих схем.
14. Как зависит ёмкостная проводимость от сечения проводов и конструкции фаз воздушной линии электропередачи?
15. С помощью каких изменений конструкции фаз и опор можно уменьшить индуктивное сопротивление линии электропередачи?
16. Зачем выполняют транспозицию (перестановку) фазных проводов?
17. Почему потери мощности на коронирование резко возрастают при плохой погоде?
18. Какое назначение стальной составляющей в сталеалюминевом проводе?
19. В чем состоит отличие понятий «потеря напряжения» и «падение напряжения»? Что называется продольной и поперечной составляющими падения напряжения, отклонения напряжения?
20. Как по обозначениям различить понижающий или повышающий трансформатор?
21. Какими схемами замещения моделируется двухобмоточный трансформатор?
22. Каковы соотношения между активными и реактивными сопротивлениями и проводимостями для трансформаторов небольшой мощности и крупных трансформаторов?
23. За счёт чего установка компенсирующих устройств позволяет регулировать напряжение, снижать потери мощности и электроэнергии?
24. В каких электрических сетях и с какой целью устанавливаются устройства продольной компенсации?
25. Каково назначение синхронных компенсаторов в электроэнергетических системах?
26. В чем состоит отличие понятий «потеря напряжения» и «падение напряжения»? Что называется продольной и поперечной составляющими падения напряжения, отклонения напряжения?
27. Каковы отличия векторных диаграмм напряжения при задании параметров в начале и конце участка сети?
28. Какие параметры электрического режима связывают мощности и напряжения по концам электропередачи?
29. Как записать выражение потерь мощности и падения напряжения на участке сети через ток и мощность по данным в начале и конце электропередачи?
30. Из каких этапов состоит итерационный алгоритм расчета участка (звена) сети по заданной мощности приемного конца?
31. Какие электрические сети называются разомкнутыми?
32. С чем связаны коммерческие потери электроэнергии?
33. Какие потери электроэнергии относятся к техническим?
34. От чего и как зависят потери электроэнергии на корону в ЛЭП?
35. Что учитывает коэффициент формы графика нагрузки?
36. Как определить потери электроэнергии по методу времени наибольших потерь?
37. Каким может быть годовое наибольшее значение времени использования наибольшей нагрузки и наибольшее значение времени наибольших потерь?
38. Чем отличается секция шин от системы шин?
39. Каково назначение секционного, шиносоединительного и обходного выключателей?
40. Какие известны схемы распределительных устройств низшего напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

1. В чём преимущество компактных линий перед ВЛ традиционного исполнения?
2. Чем конструктивно отличаются кабели 10 кВ и 110 кВ?
3. Почему индуктивные сопротивления и ёмкостные токи воздушных и кабельных линий различны?
4. Почему ЛЭП являются источниками зарядной (ёмкостной) мощности?
5. На какое число проводов расщепляют фазы ВЛ 330–1150 кВ?
6. По каким внешним признакам можно определить номинальное напряжение ВЛ?
7. Почему линии постоянного тока обладают повышенной пропускной способностью?
8. В каких случаях используются упрощённые схемы замещения трансформаторов и в чём суть упрощения?
9. Зависит ли мощность холостого хода трансформатора от номинального напряжения?
10. Какие виды компенсирующих устройств применяют в электрических сетях и системах электроснабжения?
11. Как представляется электрическая сеть при расчете установившихся режимов? Какие данные необходимы для расчетов?
12. Когда можно пренебречь поперечной составляющей падения напряжения и продольную составляющую падения напряжения приравнять потере напряжения?
13. К каким изменениям векторных диаграмм токов и напряжений электропередачи приводит увеличение нагрузки на ее приемном конце?
14. Как представить векторную диаграмму напряжений и токов для участка сети с нагрузкой на конце?
15. В чем отличие диаграмм при построении их по данным начала и конца электропередачи?
16. Когда расчёт режима линии выполняют в два этапа и что анализируют на каждом этапе?
17. В чём проявляется влияние активной и ёмкостной проводимостей ЛЭП на потери мощности и напряжение?
18. Как влияют данные о нагрузке и напряжениях в узлах на последовательность расчета режима разомкнутой сети?
19. Как можно уточнить потокораспределение с учётом потерь мощности?
20. В каком случае протекает уравнивающий ток (мощность) в сети с двусторонним питанием?
21. Каким образом проверить правильность расчета токов в сети с двусторонним питанием?
22. Будут ли иметь место потери активной мощности и энергии в линии при передаче по ней только реактивной мощности?
23. В чем сущность метода времени наибольших потерь?
24. Будут ли в линии электропередачи потери активной мощности и энергии, если она включена с одной стороны и разомкнута с другой?
25. От чего зависят возможные конфигурации электрических сетей?
26. Какие требования предъявляются к схемам электрических сетей?
27. Какие способы присоединения подстанций к одной радиальной и двойной радиальной сети известны?
28. Чем отличается распределительный пункт от подстанции?
29. Какие известны блочные схемы подстанций?
30. В чем сущность схем по типу мостика и по типу четырехугольника?
31. Каково назначение обходной системы шин?

32. Какие известны основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии?
33. От чего зависит стоимость сооружения линии электропередачи?
34. Что понимается под ежегодными издержками на эксплуатацию электрической сети? Какие составляющие входят в них?
35. В чем сущность амортизационных отчислений? Как они зависят от срока службы объекта?
36. Как определяется чистый дисконтированный доход?
37. Что понимается под сроком окупаемости капитальных затрат?
38. Как определяется срок окупаемости при сравнении двух вариантов сооружения объекта?
39. Исходя из каких условий находится расчетный ток, по которому выбираются площади сечения проводников по экономическим соображениям?
40. В чем заключается задача выбора площади сечения проводников линий по допустимой потере напряжений?

Перечень вопросов для зачета по дисциплине «Электрические сети и системы»

1. Основные характеристики системы передачи электроэнергии.
2. Основные характеристики систем распределения электроэнергии.
3. Схема передачи и распределения электроэнергии в промышленном районе.
4. Номинальные напряжения элементов электрических сетей.
5. Режимы нейтралей электрических сетей разного напряжения, их достоинства и недостатки.
6. Принципы конструктивного исполнения воздушных линий электропередачи.
7. Принципы конструктивного исполнения кабельных линий электропередачи.
8. Расчет активных сопротивлений схем замещения воздушных и кабельных линий.
9. Расчет индуктивных сопротивлений элементов схем замещения воздушных и кабельных линий.
10. Расчет емкостной проводимости элементов схем замещения воздушных и кабельных линий.
11. Расчет активной проводимости элементов схем замещения воздушных и кабельных линий.
12. Расчет параметров воздушных линий электропередач с расщепленными фазами.
13. Порядок составления схем замещения линий электропередач.
14. Особенности расчета линий электропередач со стальными проводами.
15. Параметры и схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.
16. Параметры и схемы замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
17. Назначение и виды компенсирующих устройств.
18. Задачи расчета и анализа установившихся режимов электрической сети.
19. Расчет режима линии электропередачи при известном напряжении в начале участка и мощности нагрузки.
20. Анализ режима холостого хода линии электропередачи.
21. Расчет установившегося режима разомкнутой электрической сети по данным в конце сети.
22. Расчет установившегося режима разомкнутой электрической сети по данным в начале сети.
23. Расчетные нагрузки и схемы простых замкнутых электрических сетей.

24. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети.
25. Расчет электрического режима сети с двусторонним питанием.
26. Метод характерных суточных режимов при анализе и расчете потерь электрической энергии.
27. Метод средних нагрузок при анализе и расчете потерь электрической энергии.
28. Метод среднеквадратичных параметров режима при анализе и расчете потерь электрической энергии.
29. Метод времени наибольших потерь при анализе и расчете потерь электрической энергии.
30. Требования к схемам электрических сетей.
31. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
32. Типовые схемы распределительных устройств.
33. Назначение и порядок расчета капитальных затрат.
34. Назначение и порядок расчета ежегодных издержек.
35. Порядок расчета чистого дисконтированного дохода.
36. Срок окупаемости капитальных затрат.
37. Критерий сравнительной технико-экономической эффективности.
38. Выбор сечения проводов и жил кабелей.
39. Выбор сечений проводов по допустимой потере напряжения.
40. Коронирование проводов воздушных линий.
41. Механическая прочность проводов воздушных линий.
42. Термическая стойкость проводов воздушных линий.
43. Расчет режима линии электропередачи при известном напряжении в начале участка и мощности нагрузки.
44. Расчет режима линии электропередачи при известном напряжении в конце участка и мощности нагрузки в начале участка.
45. Задачи расчета и анализа установившихся режимов электрической сети.
46. Параметры и схемы замещения конденсаторных батарей.
47. Параметры и схемы замещения установок продольной емкостной компенсации.
48. Параметры и схемы замещения синхронных компенсаторов.
49. Параметры и схемы замещения статических тиристорных компенсаторов.
50. Требования к схемам электрических сетей.
51. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
52. Типовые схемы распределительных устройств.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Электрические сети».
2. Кочетков Н. П., Родыгина Т. А., Васильев Д. А. Конспект лекций по курсу «Электрические сети и системы» [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2019. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=26915>
3. Кочетков Н. П., Родыгина Т. А. Расчет питающих и распределительных сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Электрические сети» для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» магистерской программы «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=19859>
4. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ»

7.1 Основная литература

Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
1. Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры, - Москва: Юрайт, 2018.	1, 2, 3	3	Режим доступа: https://www.biblionline.ru/book/22CAF331-A36E-4A5D-A512-EF7D3D51F554	
2. Кочетков Н. П., Родыгина Т. А., Васильев Д. А. Конспект лекций по курсу «Электрические сети и системы» [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2019.	1,2,3	3	Режим доступа: http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=26915	

7.2 Дополнительная литература

Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
1. Кочетков Н. П., Родыгина Т. А. Расчет питающих и распределительных сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Электрические сети», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017.	1, 2, 3	3	Режим доступа: http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=19859	
2. Нелюбов В. М., Пилипенко О. И. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине "Электроэнергетические системы и сети" для студентов заочной формы обучения, - Оренбург: ОГУ, 2014.	1,2,3	3	Режим доступа: http://rucont.ru/efd/245254	

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо повторить материал из курсов дисциплин «Электротехника», «Электрические машины», «Электроснабжение».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться умением решать конкретные задачи по расчету и проектированию электрических сетей, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении магистерской диссертации.

7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Поиск информации в глобальной сети Интернет
Работа в электронно-библиотечных системах
Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)
Мультимедийные лекции
Работа в компьютерном классе
Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. AstraLinuxCommonEdition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от

11.08.2014. MicrosoftOfficeStandard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. MicrosoftOfficeProfessionalPlus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». «1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Помещение для самостоятельной работы.

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

Семестр	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Контроль (час)	Контроль
5,6	108	10	94	4	-	6	4	зачет

9.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	зачет	СРС	
1	5,6		Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	4,25	0,25				4	Экспресс-опрос на лекции
2	5,6			4,25	0,25				4	Проверка решений
3	5,6		Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	8,25	0,25				8	Экспресс-опрос на лекции
4	5,6			10,25	0,25	2			8	Проверка решений
5	5,6			8,25	0,25				8	Экспресс-опрос на лекции
6	5,6			8,25	0,25				8	Тестирование
7	5,6		Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	8,5	0,5				8	Проверка решений
8	5,6			10,5	0,5	2			8	Тестирование
9	5,6			8,5	0,5				8	Проверка решений
10	5,6			8,5	0,5				8	Экспресс-опрос на лекции
11	5,6			8,5	0,5				8	Проверка решений
12	5,6			8					8	Тестирование
13	5,6			8		2			6	Проверка решений
Промежуточная аттестация				4				4		зачет
Итого				108	4	6	-	4	94	

9.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов		
		Компетенции	Общее кол-во компетенций
Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	8,5	ПК-2	1
Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	35	ПК-2, ПК-8	2
Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	64,5	ПК-2, ПК-8	2
Итого	108		

9.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час)
1.	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	Основные понятия, термины и определения. Особенности систем передачи и распределения электрической энергии. Номинальные напряжения элементов электрических сетей. Режимы нейтралей электрических сетей. Принципы конструктивного исполнения воздушных и кабельных электрических сетей.	0,5
2.	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	Характеристика и расчет параметров схем замещения воздушных и кабельных линий электропередач. Параметры и схемы замещения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Моделирование трансформаторов с расщепленными обмотками. Моделирование компенсирующих устройств в электрических сетях.	1
3.	Модуль 3. Расчеты режимов работы электрических сетей	Электрические нагрузки и задачи расчетов установившихся режимов. Анализ режима участка электрической сети. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей. Расчет режима линии электропередачи. Расчет установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей. Методы расчета и анализа потерь электрической энергии. Основы построения схем электрических сетей. Общая характеристика задач технико-экономических расчетов.	2,5

9.4 Лабораторный практикум

Отсутствует.

9.5 Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
4.	Модуль 3	Определение годовых потерь энергии в трансформаторе.	2
5.	Модуль 3	Определение потери напряжения в проводах воздушной линии электропередачи.	2
8.	Модуль 3	Определение расчетной нагрузки для трансформаторной подстанции.	2
Итого			6

9.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Модуль 1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии	8	Работа с учебной литературой. Решение задач.	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
2.	Модуль 2. Моделирование элементов электрических сетей	32	Работа с учебной литературой. Решение задач. Выполнение расчетно-графической работы	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
3.	Модуль 2. Расчеты режимов работы электрических сетей	54	Работа с учебной литературой. Решение задач. Выполнение расчетно-графической работы	Экспресс-опрос на лекции Проверка заданий
Итого		94 +4		зачет

ПРИЛОЖЕНИЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по итогам освоения дисциплины

Электрические сети и системы

Направление подготовки *«Агроинженерия»*

Направленность (профиль) – *«Электроснабжение»*

Квалификация (степень) выпускника – *уровень бакалавриата*

Форма обучения – *очная*

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо выполнить практические задания, получить зачеты по тестам, выполнить расчетно-графическую работу.

Аттестация проходит в форме зачета.

Задачи промежуточной аттестации:

- 1) определение уровня усвоения учебной дисциплины;
- 2) определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Модуль 1. Общие сведения об электрических сетях и системах	ПК-2	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Модуль 2. Моделирование элементов и расчеты режимов работы электрических сетей	ПК-2, ПК-8	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Модуль 3. Режимы работы электроэнергетических систем	ПК-2, ПК-8	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных (ПК) компетенций

Номер/ /индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ПК-2	готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	рабочие и технологические процессы машин	применять методы проведения исследований рабочих и технологических процессов машин	навыками составления программы исследований, анализом результатов исследования, применением их при проектировании электрических сетей.
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, обеспечивающих надежную работу электрооборудования

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольноизмерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;

- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров:

– знать современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности; принципы проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; серийное и новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, оборудование электрических сетей;

– уметь использовать углубленные теоретические и практические знания в области профессиональной деятельности; выполнять технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; выбирать и проектировать новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети;

– владеть навыками использования углубленных теоретических и практических знаний, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; проведения технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; выбора и проектирования энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, систем и сетей.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по шкале «зачет», «незачет»;

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

3.1.1 Модуль 1. Общие сведения об электрических сетях и системах

1. Назначение и классификация электрических сетей. Основные потребители электроэнергии и их характеристики.
2. Воздушные линии электропередачи (конструктивные элементы, провода и тросы, опоры, изоляторы и линейная арматура).
3. Кабельные линии. Токопроводы и внутренние электрические сети..

3.1.2 Модуль 2. Моделирование элементов и расчеты режимов работы электрических сетей

1. Схемы замещения воздушных и кабельных линий.
2. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.
3. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.
4. Представление генераторов при расчетах установившихся режимов.
5. Основные типы схем электрических сетей
6. Натуральная мощность и пропускная способность линии электропередачи

3.1.3 Модуль 3. Режимы работы электроэнергетических систем

1. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
2. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением
3. Потребители реактивной мощности.
4. Компенсирующие устройства.

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

3.2.1. Модуль 1. Общие сведения об электрических сетях и системах

1. Выбор схем и номинальных напряжений элементов электрических систем.
2. Особенности распределения электрической энергии в сельском хозяйстве.
3. Характеристики линий с самонесущими изолированными проводами.
4. Определение параметров воздушных и кабельных линий электропередач
5. Расчет воздушных линий на механическую прочность

3.2.2. Модуль 2. Моделирование элементов и расчеты режимов работы электрических сетей

1. Расчет параметров схем замещения воздушных и кабельных линий различных напряжений.
2. Расчет параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов
3. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем
4. Расчет линии электропередачи
5. Распределение мощностей в радиально-магистральных сетях.
6. Распределение мощностей в простейших замкнутых сетях.
7. Расчет напряжений в различных точках линии электропередачи.

3.2.3 Модуль 3. Режимы работы электроэнергетических систем

1. Регулирование частоты вращения турбины. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.
2. Выбор компенсирующих устройств.
3. Методы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях.
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.

3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

3.3.1. Модуль 1. Общие сведения об электрических сетях и системах

1. Определить наиболее выгодное напряжение для питающей сети сельского района при длине линии 50 км и передаваемой мощности 30 МВт.
2. Определить единичные механические нагрузки сталеалюминиевого провода АС 120/19 для ВЛ 110 кВ III ветрового района ($q = 50 \text{ Н/м}^2$; $C_x = 1,2$; $\alpha = 0,783$) и II района гололедности ($b = 10 \text{ мм}$) при следующих исходных данных: сечение алюминия 118 мм^2 , сечение стали $18,8 \text{ мм}^2$, общее сечение провода $136,8 \text{ мм}^2$, диаметр провода 15,2 мм, масса 1 км провода равна 471 кг.
3. Определить стрелу провеса проводов ВЛ 10 кВ при длине пролета 100 м и длине проводов в пролете 100,24 м.
4. Выбрать тип изоляторов и арматуры для поддерживающих гирлянд линии 110 кВ ($G_r = 400 \text{ Н}$) с железобетонными опорами и проводами АС 185/29 ($p_1 = 7,28 \text{ Н/м}$), проходящей в IV районе гололедности ($p_7 = 29,2 \text{ Н/м}$), III ветровом районе без загрязнения атмосферы, при весовом пролете 275 м.

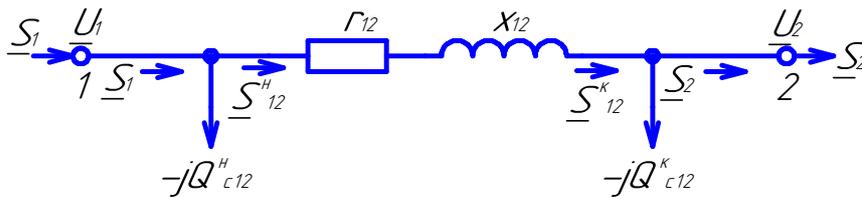
3.3.2. Модуль 2. Моделирование элементов и расчеты режимов работы электрических сетей

1. Определить емкостную проводимость участка одноцепной ВЛ 110 кВ длиной 120 км, выполненного проводом АС-185/29 ($D_{cp} = 3500 \text{ мм}$; $d = 18,8 \text{ мм}$).
2. Определить потери активной мощности в обмотках трансформатора ТРДН-40000/220 ($S_{ном} = 40 \text{ МВА}$; $\Delta P_k = 170 \text{ кВт}$), если нагрузка трансформатора составляет $S_2 = 38 \text{ МВА}$.

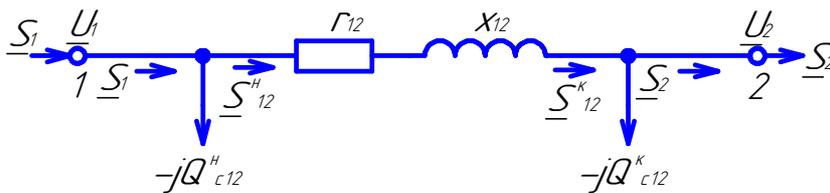
3. : Определить напряжения КЗ для лучей схемы замещения ($u_{к.в}\%$, $u_{к.с}\%$, $u_{к.н}\%$) трансформатора ТМТН-6300/110 (6,3 МВА; 115/38,5/11 кВ; $u_{к.в-с} = 10,5\%$, $u_{к.с-н} = 6\%$, $u_{к.в-н} = 17\%$).

4. Участок 1-2 ВЛ 220 кВ характеризуется следующими параметрами: $U_2 = 220$ кВ, $S_2 = 100 + j50$ МВА, $Z_{1-2} = 17 + j68$ Ом, $B = 427 \cdot 10^{-6}$ Ом $^{-1}$. Определить напряжение в начале участка 1-2, мощности в начале и в конце продольной части линии, потери мощности на участке 1-2, мощность в начале участка 1-2.

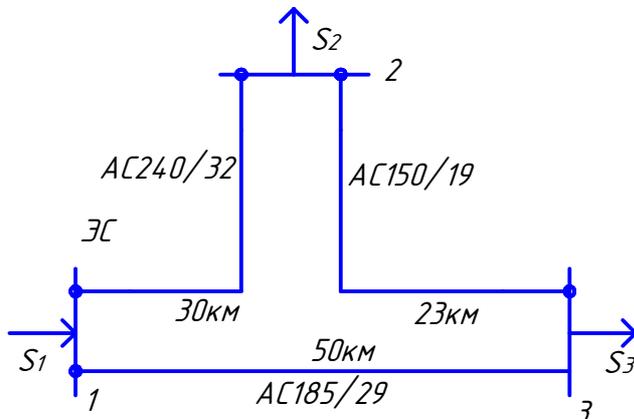
5. Нагрузка $\underline{S}_2 = 15 + j10$ МВА питается от шин электростанции по одноцепной линии 110 кВ длиной 80 км. Схема замещения линии показана на рисунке, её параметры $r_{12} = 24,48$ Ом, $x_{12} = 34,72$ Ом, $b_{12} = 208,8 \cdot 10^{-6}$ См. напряжение на шинах электростанции $U_1 = 116$ кВ. Определить мощность \underline{S}_1 , вырабатываемую электростанцией, и напряжение в конце линии U_2 .



6. Определить падение и потерю напряжения в линии, показанной на рисунке, по известным мощности нагрузки $\underline{S}_2 = 15 + j10$ МВА и напряжению в конце линии $\underline{U}_2 = 109,8 - j2,65$ кВ.



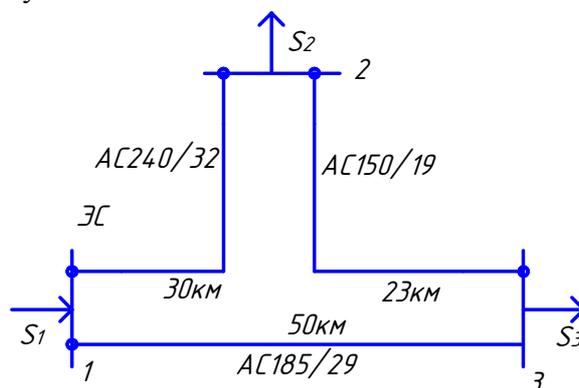
7. Кольцевая сеть напряжением 110 кВ, показанная на рисунке, связывает электростанцию 1 с понижающими подстанциями 2, 3, имеющими расчетные нагрузки $\underline{S}_2 = 36,18 + j29,17$ МВА и $\underline{S}_3 = 39,2 + j32,89$ МВА. Марки проводов, длины линий указаны на рисунке. Сопротивления их равны $Z_{12} = 3,6 + j12,15$ Ом; $Z_{23} = 9,84 + j10,21$ Ом; $Z_{13} = 8,1 + j20,65$ Ом. Напряжение на шинах электростанции равно 117,7 кВ. Определить мощность, которая поступает с шин электростанции. Расчет провести без учета потерь мощности.



8. Определить мощность, поступающую с шин электростанции в сеть. Расчет провести с учетом потерь мощности с учетом ранее определенных без учета потерь мощностей

\underline{S}_{12} , \underline{S}_{23} , \underline{S}_{43}

9. Определить напряжения в узлах 2, 3, а также наибольшую потерю напряжения для сети, показанной на рисунке, используя потоки мощностей определенные ранее без учета потерь мощности и при их учете.



3.3.3. Модуль 3. Режимы работы электроэнергетических систем

1. Что такое «горячий» и «холодный» резерв мощности в энергосистеме? Как влияет каждый из указанных видов резерва на баланс активной мощности в энергосистеме?
2. Перечислить и обосновать основные требования, предъявляемые к электростанции с суммарной мощностью генераторов 400 МВт, регулирующей частоту в энергосистеме с суммарной генерирующей мощностью 5000 МВт.
3. Как изменится уровень напряжения в узле СЭС с потребляемой реактивной мощностью 2000 квар, если генерируемая реактивная мощность составит 2100 квар?
4. Какую суммарную реактивную мощность должны вырабатывать компенсирующие устройства, если генераторы электростанций вырабатывают 6000 квар, а потребляемая реактивная мощность в энергосистеме составляет 10000 квар? При решении учесть реактивную мощность, генерируемую ВЛ 110 и 220 кВ.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Основные характеристики систем передачи электроэнергии.
2. Основные характеристики систем распределения электроэнергии.
3. Принципиальная схема передачи и распределения электроэнергии в промышленном районе.
4. Номинальные напряжения элементов электрических сетей.
5. Режимы нейтралей электрических сетей разного напряжения, их достоинства и недостатки.
6. Воздушные линии электропередачи.
7. Кабельные линии электропередачи.
8. Параметры воздушных ЛЭП с расщепленными фазами.
9. Параметры и схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.
10. Параметры и схемы замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
11. Назначение и виды компенсирующих устройств.
12. Задачи расчета и анализа установившихся режимов электрической сети.
13. Расчет режима ЛЭП при известном напряжении в начале участка и мощности нагрузки.
14. Анализ режима холостого хода линии электропередачи.
15. Расчет установившегося режима разомкнутой электрической сети по данным в конце сети.
16. Расчет установившегося режима разомкнутой электрической сети по данным в начале сети.
17. Расчётные нагрузки и схемы простых замкнутых электрических сетей.

18. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети.
19. Расчет электрического режима сети с двусторонним питанием.
20. Метод характерных суточных режимов при анализе и расчете потерь ЭЭ.
21. Метод средних нагрузок при анализе и расчете потерь ЭЭ.
22. Метод среднеквадратичных параметров режима при расчете потерь ЭЭ.
23. Метод времени наибольших потерь при анализе и расчете потерь ЭЭ.
24. Баланс активной мощности в электрической системе и его связь с частотой . 25. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.
26. Оптимальное распределение активных мощностей в энергосистеме.
27. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): Знать рабочие и технологические процессы машин	ПК-2	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): применять методы проведения исследований рабочих и технологических процессов машин	ПК-2	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета электрических сетей.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап): навыками составления программы ис-	ПК-2	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены,	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, обу-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно

следований, анализом результатов исследования, применением их при проектировании электрических сетей.		но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	чающийся твердо знает методику проведения инженерных расчетов для проектирования электрических сетей и систем	его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	ПК-8	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования	ПК-8	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета электрических сетей.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап): Владение современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, обеспечивающих надежную работу электрооборудования	ПК-8	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, обучающийся твердо знает методику проведения инженерных расчетов для проектирования электрических сетей и систем	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки и способствует активизации познавательной

деятельности обучающихся во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по шкале **«зачет»**, **«незачет»**;

При проведении экзамена – по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

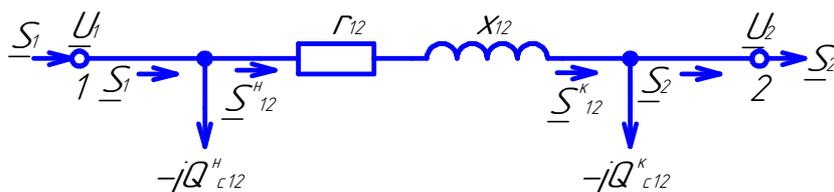
Примеры билетов для зачета

ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра Электротехника, электрооборудование и электроснабжение

БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Электрические сети и системы»

1. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
2. Основные допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей напряжением до 35 кВ.
3. Определить падение и потерю напряжения в линии, показанной на рисунке, по известным мощности нагрузки $\underline{S}_2 = 15 + j10$ МВА и напряжению в конце линии $\underline{U}_2 = 109,8 - j2,65$ кВ.



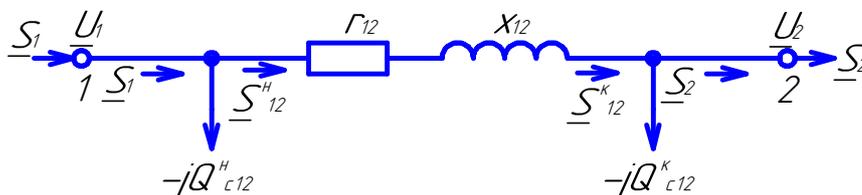
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры 29 ноября 2019 г., протокол №6.
Заведующий кафедрой _____

ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра Электротехника, электрооборудование и электроснабжение

БИЛЕТ № 2.

по дисциплине «Электрические сети и системы»

1. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
2. Определение расчетной нагрузки подстанции
3. Нагрузка $\underline{S}_2 = 15 + j10$ МВА питается от шин электростанции по одноцепной линии 110 кВ длиной 80 км. Схема замещения линии показана на рисунке, её параметры $r_{12} = 24,48$ Ом, $x_{12} = 34,72$ Ом, $b_{12} = 208,8 \cdot 10^{-6}$ См. напряжение на шинах электростанции $U_1 = 116$ кВ. Определить мощность \underline{S}_1 , вырабатываемую электростанцией, и напряжение в конце линии U_2 .



Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры 29 ноября 2019 г., протокол №6.
Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	17, 18, 19, 20	20.09.2019 протокол №2	
2	17, 18	29.09.2020 протокол №2	
3	19, 20	20.11.2020 протокол №5	
4	19, 20	31.08.2021 протокол №1	
5			
6			