

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  
" 25 " 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Проектирование систем электроснабжения**

Направление подготовки «Агроинженерия»

Направленность (профиль) «Электроснабжение»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	3
<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b> .....	4
<b>3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	5
<b>4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	9
<b>«ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»</b> .....	9
4.1 Структура дисциплины .....	9
4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций .....	11
4.3 Содержание дисциплины (модуля) .....	13
4.4 Практические занятия .....	16
4.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля .....	17
<b>5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	20
<b>6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ</b> .....	21
6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств .....	21
6.2 Вопросы и задания для самостоятельной работы .....	23
6.3 Тематика курсовых работ(проектов) .....	24
6.4 Литература для самостоятельной работы студентов .....	27
7.1 Основная литература .....	28
7.2 Дополнительная литература .....	28
7.3 Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля) .....	29
7.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) .....	31
<b>8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	32
<b>9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	33
(заочное отделение) .....	33
9.1 Структура дисциплины .....	33
9.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций .....	35
9.3 Содержание дисциплины (модуля) .....	37
9.4 Практические занятия .....	40
9.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля .....	40

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – формирование у обучающегося системы компетенций, необходимых для решения задач проектирования систем электроснабжения, появляющихся в связи с внедрением новых технических средств в процессах проектирования систем электроснабжения предприятий агропромышленного комплекса.

Задачи:

- получение знаний в области технологии проектирования;
- формирование знаний, навыков, приемов и умения работать с новыми техническими средствами при проектировании систем электроснабжения, а также подготовка к курсовому и дипломному проектированию.

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

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 «Проектирование систем электроснабжения» относится к вариативной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) Проектирование систем электроснабжения

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.Д В.05.0 1	Б1.Б.10 Математика; Б1.В.03 Прикладная математика; Б1.Б.11 Физика; Б1.В.06 Теоретические основы электротехники; Б1.В.12 Электроснабжение; Б1.В.09 Светотехника.	Б2.В.04(Н) Научно-исследовательская работа; Б3.Б.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Б3.Б.02(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Номер/ /индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
<b>ПК-4</b>	<b>способностью осу- ществлять сбор и анализ исходных данных для рас- чета и проектиро- вания</b>	знать методики по- иска, сбора и обра- ботки информации; актуальные россий- ские и зарубежные источники инфор- мации в сфере про- фессиональной де- ятельности; метод системного ана- лиза.	уметь применять методики по- иска, сбора и об- работки инфор- мации; осу- ществлять кри- тический анализ и синтез инфор- мации, получен- ной из разных источников; применять си- стемный подход для решения по- ставленных за- дач.	Владеть мето- дами поиска, сбора и обра- ботки, критиче- ского анализа и синтеза инфор- мации; методи- кой системного подхода для ре- шения постав- ленных задач.
<b>ОПК-3</b>	<b>способностью раз- рабатывать и ис- пользовать графиче- скую техниче- скую документа- цию.</b>	ЕСКД (единую си- стему конструктор- ской документаци- и), правила вы- полнения графиче- ской документаци- и, ее основные виды – техниче- ский рисунок, схемы (принципи- альные, электриче- ские, управления), эскизы, чертежи (рабочие, сбороч- ные, общего вида, разрезы, сечения); стадии разработки и методы проекти- рования графиче- ской технической документации; ос- новы программ компьютерного мо- делирования гра- фических объектов.	выполнять тех- нические ри- сунки, схемы (принципиаль- ные, электриче- ские, управле- ния), эскизы, чертежи (рабо- чие, сборочные, общего вида, разрезы, сече- ния), графики, читать чертежи узлов и деталей сельскохозяй- ственной тех- ники; разраба- тывать сопровод- ительную тех- ническую доку- ментацию.	Навыками разра- ботки и исполь- зования графиче- ской техниче- ской документа- ции примене- нием современ- ных автоматизи- рованных систем проектирования.

<p><b>ПК-5</b></p>	<p><b>готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных.</b></p>	<p>основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий.</p>	<p>применять изученные математические методы при создании и практической реализации математических моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности.</p>	<p>методами анализа физических явлений, достаточным объемом математических знаний и методов для решения задач в своей предметной области.</p>
<p><b>ПК-6</b></p>	<p><b>способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы.</b></p>	<p>основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий;</p>	<p>применять изученные математические методы при создании и практической реализации математических моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности;</p>	<p>методами анализа физических явлений, достаточным объемом математических знаний и методов для решения задач в своей предметной области</p>

<b>ПК-7</b>	<b>готовностью к участию в проектировании новой техники и технологий.</b>	основных физических явлений электротехники и теплотехники; способов использования компьютерных и информационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования	самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты;	инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов.
<b>ПК-11</b>	<b>способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции</b>	основные способы определения параметров технологических процессов и качества продукции;	использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции;	способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции

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, 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 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Се- местр	Всего ча- сов	Аудитор- ных	Самост. ра- бота	Лек- ций	Практиче- ских	Контроль
8	180	56	97+27	28	28	Курс. Ра- бота Экзамен - 27
<b>всего</b>	<b>180</b>	<b>56</b>	<b>97+27</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раз- дела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям се- местра); -промежу- точной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
<b>1</b>	<b>8</b>		<b>Модуль 1. Расчет электрических нагрузок и ком- пенсация реактив- ной мощности</b>	55	9	11			35	
	<b>8</b>		Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	5	1	1			3	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8</b>		Определение рас- четной нагрузки СЭС	7	1	1			5	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8</b>		Проектирование распределения электрооборудова- ния на территории агропромышлен- ного предприятия и схема его под- ключения	8	2	2			4	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8</b>		Компенсация реак- тивной мощности в сети напряже- нием 1кВ	7	1	1			5	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8</b>		Определение опти- мального числа си- ловых трансформа- торов и мощности устанавливаемых	5	1	1			3	Контроль выпол- нения расчетного задания.

			компенсирующих устройств						
	8		Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	7	1	1		5	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Окончательный расчет электрических нагрузок	9	1	2		6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Определение годового расхода активной и реактивной энергии	7	1	2		4	Контроль выполнения расчетного задания.
2	8		<b>Модуль 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	16	3	3		10	
	8		Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понижающей подстанции	4	1	1		2	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Выбор места расположения источников питания	4	1	1		2	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	8	1	1		6	Контроль выполнения расчетного задания.
3	8		<b>Модуль 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	14	3	3		8	
	8		Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	7	1	2		4	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	7	2	1		4	Контроль выполнения расчетного задания.
4	8		<b>Модуль 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	40	8	8		24	
	8		Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	3	1			2	Контроль выполнения расчетного задания.

	8		Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	5	1	1			3	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	5	1	1			3	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Расчет трехфазного ТКЗ	7	1	2			3	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	10	2	2			6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Расчет токов несимметричных ТКЗ	10	2	2			6	Контроль выполнения расчетного задания.
5	8		<b>Модуль 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	28	5	3			20	
	8		Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	7	2				5	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Комплектные распределительные устройства	6	1				5	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Устройства для компенсации реактивной мощности	6	1	1			4	Контроль выполнения расчетного задания.
	8		Проверка электрооборудования	9	1	2			6	Контроль выполнения расчетного задания.
			Промежуточная аттестация	27					27	Экзамен Курсовая работа
			<b>Итого по модулю</b>	<b>180</b>	<b>28</b>	<b>28</b>			<b>97+</b> <b>27</b>	

Курсовая работа на тему: «Проектирование системы электроснабжения АПК»

#### 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)							общее количество компетенций
		ПК-4	ОПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-11		

<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности</b>	55	+	+	+	+	+	+	6
Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	5	+	+	+	+	+	+	6
Определение расчетной нагрузки СЭС	7	+	+	+	+	+	+	6
Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	8	+	+	+	+	+	+	6
Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	5	+	+	+	+	+	+	6
Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Окончательный расчет электрических нагрузок	9	+	+	+	+	+	+	6
Определение годового расхода активной и реактивной энергии	7	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	16	+	+	+	+	+	+	6
Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понизительной подстанции	4	+	+	+	+	+	+	6
Выбор места расположения источников питания	4	+	+	+	+	+	+	6
Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	8	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	14	+	+	+	+	+	+	6
Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	7	+	+	+	+	+	+	6
Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	7	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	40	+	+	+	+	+	+	6

Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	3	+	+	+	+	+	+	6
Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	5	+	+	+	+	+	+	6
Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	5	+	+	+	+	+	+	6
Расчет трехфазного ТКЗ	7	+	+	+	+	+	+	6
Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	10	+	+	+	+	+	+	6
Расчет токов несимметричных ТКЗ	10	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	28	+	+	+	+	+	+	6
Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Комплектные распределительные устройства	6	+	+	+	+	+	+	6
Устройства для компенсации реактивной мощности	6	+	+	+	+	+	+	6
Проверка электрооборудования	9	+	+	+	+	+	+	6

### 4.3 Содержание дисциплины (модуля)

№ № п/п	Название раздела	Содержание темы в дидактических единицах
1	<b>Модуль 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций</b>	Определение числа и мощности силовых трансформаторов ЦТП, определение мощности цеховых трансформаторных подстанций, определение коэффициента загрузки и числа цеховых трансформаторных подстанций
2	Определение расчетной нагрузки СЭС	Применение упрощенных моделей проектирования СЭС, методы выбора номинальной мощности силовых трансформаторов, выбор типа трансформатора, расчет электрических нагрузок в сетях напряжением до 1 кВ, особенности расчета электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ, расчет электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ методом коэффициента спроса.

3	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	Радиальная схема системы электроснабжения агропромышленного предприятия, магистральные схемы внутризаводского электроснабжения
4	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением до 1 кВ. соотношение стоимости комплектной трансформаторной подстанции и стоимости компенсирующих устройств в сети напряжением до 1 кВ,. последовательность расчета мощности батарей конденсаторов
5	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	Минимальное количество цеховых трансформаторов, максимальное количество цеховых трансформаторов, последовательность определения экономически оптимального числа трансформаторов
6	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	Суммарная мощность компенсирующих устройств
7	Окончательный расчет электрических нагрузок	Устройства для компенсации реактивной мощности в сетях с обычными нагрузками, устройства для компенсации реактивной мощности в сетях со специфическими нагрузками,
8	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	Годовой расход активной и реактивной энергии, потребляемой агропромышленным предприятием, математическое ожидание расчетной активной мощности
9	<b>Модуль 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b> Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понизительной подстанции	Условия определения номинальной мощности трансформаторов на предварительной стадии проектирования, типы трансформаторов ГПП, выбор группы и схемы соединения обмоток трансформаторов, преимущества и недостатки трансформаторов с масляно-водяным охлаждением с принудительной циркуляцией масла и воды
10	Выбор места расположения источников питания	Подходы в практике проектирования и решения задач оптимизации –построения рациональных СЭС, особенности статического и динамического подхода проектирования рациональных СЭС,определение центра электрических нагрузок на ситуационном плане агропромышленного предприятия, выбор типа и места расположения подстанций
11	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	Выбор напряжения питающих и распределительных сетей, режимы нейтрали, выбор напряжения распределительных сетей,
12	<b>Модуль 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей.</b> Выбор	Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным током КЗ, механическая прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах

	рациональных сечений проводов воздушных линий	
13	Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным током КЗ, механическая прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах
14	<b>Модуль 4. Расчет токов короткого замыкания.</b> Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	Назначение расчетов токов короткого замыкания, виды КЗ, требования и допущения к расчетам ТКЗ
15	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании, методы преобразования схем замещения
16	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах,
17	Расчет трехфазного ТКЗ	Расчет трехфазного ТКЗ
18	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени, методы расчета ТКЗ в произвольный момент времени
19	Расчет токов несимметричных ТКЗ	Расчет токов несимметричных ТКЗ, особенности расчетной схемы замещения обратной и нулевой последовательности, порядок расчета для несимметричных ТКЗ, основные допущения для математического анализа составляющих несимметричных токов КЗ
20	<b>Модуль 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС.</b> Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	Условия выбора высоковольтных выключатели, элегазовые выключатели, разъединители,
21	Комплектные распределительные устройства	Комплектные распределительные устройства 6–10 кВ внутренней установки серии К-63, состав КРУ, Ячейки КРУ серии К-66 и камеры КСО-2СЭЩ
22	Устройства для компенсации реактивной мощности	Компенсация реактивной мощности сети напряжением до 1 кВ, высоковольтные установки КРМ
23	Проверка электрооборудования	Проверка электрооборудования на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на электрическую стойкость

		при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на коммутационную способность
--	--	---

#### 4.4 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)
1.	1	<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности</b>	11
2.	1.1	Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	1
3.	1.2	Определение расчетной нагрузки СЭС	1
4.	1.3	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	2
5.	1.4	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	1
6.	1.5	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	1
7.	1.6	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	1
8.	1.7	Окончательный расчет электрических нагрузок	2
9.	1.8	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	2
10.	2	<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электро-снабжения</b>	3
11.	2.1	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понизительной подстанции	1
12.	2.2	Выбор места расположения источников питания	1
13.	2.3	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	1
14.	3	<b>Раздел 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	3
15.	3.1	Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	2
16.	3.2	Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	1
17.	4	<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	8
18.	4.1	Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	
19.	4.2	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	1
20.	4.3	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	1
21.	4.4	Расчет трехфазного ТКЗ	2
22.	4.5	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	2
23.	4.6	Расчет токов несимметричных ТКЗ	2
24.	5	<b>Раздел 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	3
25.	5.1	Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	
26.	5.2	Комплектные распределительные устройства	
27.	5.3	Устройства для компенсации реактивной мощности	1



28.	5.4	Проверка электрооборудования	2
<b>Итого</b>			<b>28</b>

#### 4.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержания самостоятельной работы	Форма контроля
1.	<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности</b>	11		
2.	Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
3.	Определение расчетной нагрузки СЭС	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
4.	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
5.	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
6.	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
7.	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
8.	Окончательный расчет электрических нагрузок	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
9.	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
10.	<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	3		

11.	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понижающей подстанции	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
12.	Выбор места расположения источников питания	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
13.	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
14.	<b>Раздел 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	3		
15.	Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
16.	Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
17.	<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	8		
18.	Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ		Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
19.	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
20.	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
21.	Расчет трехфазного ТКЗ	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
22.	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.

23.	Расчет токов несимметричных ТКЗ	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
24.	<b>Раздел 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	3		
25.	Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ		Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
26.	Комплектные распределительные устройства		Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
27.	Устройства для компенсации реактивной мощности	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
28.	Проверка электрооборудования	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
	Промежуточная аттестация	27		Экзамен
	Итого	97+27		

## 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 технологий:

- 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	
6	Л	Лекции, с постановкой проблем и анализом их решения на примере действующих Программ	6	
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным	-	
	ПР	Решение ситуационных задач	6	
			12	

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к лабораторным работам, их защите, подготовку к экзамену.

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

### 6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. 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;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы;
- курсовая работа.

Текущий контроль предусматривает:

- устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

№ п/п	Коды компетенций	Этапы формирования		
		Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
1	ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11	4 курс, Восьмой семестр	Экзамен	Раздел 1: РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.
2	ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11	4 курс, Восьмой семестр	Экзамен	Раздел 2: ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.
3	ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11	4 курс, Восьмой семестр	Экзамен	Раздел 3: ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ.
4	ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11	4 курс, Восьмой семестр	Экзамен	Раздел 4: РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.
5	ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11	4 курс, Восьмой семестр	Экзамен	Раздел 5: ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС.

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

***Повышенный уровень:***

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

***Базовый уровень:***

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

***Пороговый уровень:***

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

***Уровень ниже порогового:***

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации Экзамен (дифференцированный зачет)	Шкала оценивания по БРС
Повышенный	5 (отлично)	91 – 100
Базовый	4 (хорошо)	71 – 90
Пороговый	3 (удовлетворительно)	60 – 70
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	Ниже 60

**Критерии оценки знаний студентов по дисциплине**

Оценка	Показатели
5 (отлично)	<p>Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: высокий.</p>

4 (хорошо)	<p>Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</p> <p>Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: средний.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</p> <p>Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.</p> <p>Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- компетенция в полной мере не сформирована;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: низкий.</p>

## 6.2 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Восьмой семестр (97 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (20 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Разно-уровневые задачи и задания (выполнение) (27 ч.)

Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с

формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Вид СРС: Чтение рекомендуемой литературы (50 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### 6.3 Тематика курсовых работ(проектов)

Проектирование системы электроснабжения АПК

Курсовая работа по проектированию электрических сетей и систем состоит из двух частей:

- 1) расчетно-пояснительная записка;
- 2) графический материал.

Объем расчетно-пояснительной записки курсовой работы составляет 30–50 страниц машинописного текста. Расчетно-пояснительная записка ой работы должна содержать

Следующие разделы:

1. Краткое описание технологического процесса, характеристику основных приемников электроэнергии цеха по напряжению, роду тока, режиму работы и требованиям, предъявляемым к бесперебойности электроснабжения. Отнесение электроприемников к соответствующей категории должно быть обосновано и определено их процентное содержание.

2. Характер производственной среды влияет на принятие решений по системе электроснабжения цеха и всего предприятия с точки зрения выбора схем и конструктивного выполнения элементов системы электроснабжения и исполнения электрооборудования, поэтому необходимо дать характеристику производственной среды с классификацией помещений по окружающей среде. Следует указать размеры цеха, привести нормируемый уровень освещенности рабочих поверхностей.

3. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом.

4. Выбор рационального напряжения внутрицехового, внутривзаводского и внешнего электроснабжения.

5. Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок.

6. Определение месторасположения и выбор схемы главной понизительной подстанции.

7. Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.

8. Определение числа и мощности трансформаторов главной

7. понизительной подстанции.

9. Выбор схемы электроснабжения завода. В работе желательно рассмотреть несколько вариантов схем с технико-экономическими обоснованием выбора одного из них.

10. Расчет токов короткого замыкания на напряжении выше 1 кВ.



11. Выбор сечений токоведущих элементов к электрическим аппаратам напряжением выше 1 кВ.
  12. Выбор коммутационно-защитной аппаратуры в сети высокого и низкого напряжения.
  13. Электрические измерения и учет электроэнергии.
  14. Выбор распределительных пунктов в сети ниже 1000В.
  15. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В.
  16. Выбор аппаратов защиты и построение карты селективности действия защитных аппаратов.
  17. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП.
  18. Литература.
- Графическая часть курсового проекта включает в себя:
1. Генеральный план предприятия с нанесением картограммы электрических нагрузок, расположения ГПП, цеховых ТП, РУ и внутривародской сети высокого напряжения.
  2. Однолинейная схема электроснабжения предприятия.
  3. План одного из цехов с размещением оборудования и нанесением силовой сети, электроснабжение которого разрабатывается в проекте.
  4. Однолинейная схема электроснабжения цеха.
  5. Эпюра отклонения напряжения.
  6. Карта селективности действия аппаратов защиты.

## **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ:**

### **Вопросы, задания текущего контроля**

1. На каких стадиях проектирования производится определение электрических нагрузок системы электроснабжения агропромышленного предприятия?
2. Для решения каких вопросов определяется электрическая нагрузка системы электроснабжения на стадии предвестигионного исследования?
3. Какая информация необходима для определения ожидаемой электрической нагрузки на стадии предвестигионного исследования?
4. Какие цели преследует расчет электрических нагрузок на стадии технического проекта?
5. Как и для чего определяется электрическая нагрузка на первой стадии при восходящем проектировании?
6. С учетом чего определяется электрическая нагрузка на второй стадии при восходящем проектировании?
7. На основании чего выполняется выбор схем питающих и распределительных сетей и расчет нагрузок по распределительным устройствам, трансформаторам и распределительным пунктам?
8. Какая исходная информация необходима для окончательного выбора схемы питающей сети?
9. Какие расчеты выполняются после выбора проводов, кабелей и шин, выполнения чертежей, схем распределительных и питающих сетей, разводки кабелей и др.?

10. Как и в какой последовательности происходит расчет электрических нагрузок при восходящем проектировании системы электроснабжения?
11. Какой дополнительный расчет электрических нагрузок выполняется на стадиях технического проекта и рабочая документация?
12. Как и для чего выполняется дополнительный расчет электрических нагрузок на стадиях технического проекта и рабочая документация?
13. Какова последовательность расчетов электрических нагрузок при нисходящем проектировании?
14. Как осуществляется проектирование установок компенсации реактивной мощности для электрических сетей агропромышленных предприятий?
15. Какие основные исходные данные необходимы для выбора средств компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения?
16. Какие установки предполагается использовать в качестве средств компенсации реактивной мощности для электрических сетей общего назначения?
17. Что определяется на первом этапе выбора средств КРМ и мощности компенсирующих устройств?
18. Что обосновывается на втором этапе выбора средств КРМ и мощности компенсирующих устройств?
19. Как согласовываются параметры источников компенсации реактивной мощности с реактивной мощностью из энергосистемы?
20. Какие источники компенсации реактивной мощности могут оказаться целесообразными для предприятий, работающих в 1-3 смены?
21. Какие источники компенсации реактивной мощности могут оказаться целесообразными для предприятий с непрерывным режимом работы?
22. Для потребителей каких категорий и какого их процентного соотношения допустим проектный вариант ЦТП с одним трансформатором?
23. В каких случаях рекомендуется применять двухтрансформаторные ЦТП?
24. Какой резерв необходим двухтрансформаторным подстанциям для восстановления нормального питания потребителей в случае выхода из строя одного трансформатора на длительный срок?
25. Какому условию должен отвечать оставшийся в работе трансформатор двухтрансформаторной ЦТП на время замены поврежденного трансформатора?

### **Вопросы промежуточной аттестации**

Восьмой семестр (Экзамен, ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11)

1. Основные типы электроприемников.
2. Определение энергетической и электрической системы.
3. Схемы электроэнергетической системы.
4. Типы электрических станций, характеристика, режимы работы.
5. Режимы работы энергосистемы.
6. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Последствия нарушения баланса.
7. Назначение УРП, ГПП, ПГВ, РП, ЦТП. Какие мощности и напряжения применяются на данных подстанциях.
8. Характеристика основных режимов работы СЭС.

9. Определение графиков нагрузки и классификация.
10. Показатели, характеризующие потребителей электроэнергии.
11. Методы определения расчетных нагрузок. Краткая характеристика.
12. Методика определения расчетных электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников и коэффициента максимума.
13. Определение центра электрических нагрузок.
14. Уровни СЭС.
15. Основные типы опор ВЛЭП, их назначение.
16. Маркировка и способы прокладки изолированных проводов.
17. Маркировка и способы прокладки кабелей.
18. Конструкция и назначение магистральных и распределительных винопроводов, способы прокладки.
19. Выбор схемы электрической сети

#### **6.4 Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/325213>

2. Шлейников В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника профиля «Энергообеспечение предприятий», - Оренбург: , 2012. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/179419>

3. Электроснабжение: расчет максимальной токовой защиты сельской распределительной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Агроинженерия». (профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»), сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Родыгина Т. А., Цыркина Т. В. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20683>

4. Электроснабжение сельского населенного пункта [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроснабжение" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению "Агроинженерия", сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/325213>

2. Шлейников В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника профиля «Энергообеспечение предприятий», - Оренбург: , 2012. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/179419>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Электроснабжение сельского населенного пункта [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроснабжение" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению "Агроинженерия", сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241>

2. Электроснабжение: расчет максимальной токовой защиты сельской распределительной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Агроинженерия». (профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»), сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Родыгина Т. А., Цыркина Т. В. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20683>

3. 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>

4. 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>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»:**

1. <http://portal.izhgsha.ru> - Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека E-library

3. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib
4. <http://energyfuture.ru/> - Библиотека книг по энергетике, обзорные статьи и графические материалы по актуальным темам
5. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»

### 7.3 Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. 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 Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий. Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов. Рекомендации по самостоятельной работе: 1. В процессе слушания лекций - создавайте резерв времени. Неумение слушать лекции приводит к тому, что у студента создаются «авральные» периоды умственного труда; в течение нескольких дней до зачётов (или экзаменов) он сидит над конспектами лекции, а во время зачётов спит 2-3 часа в сутки. Вся работа, которая должна выполняться повседневно, изо дня в день – на эти «пожарные дни» откладывается. По подсчётам, таких «пожарных», «авральных» дней набирается в году не меньше пятидесяти, то есть почти четверть всего рабочего времени. Здесь кроется один из главных корней нехватки времени. Надо учиться думать над конспектами уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение двух часов. Рекомендуется делить конспект на две рубрики: в первую записывать кратко изложение лекции,</p>

	<p>во вторую – то, над чем надо подумать; сюда нужно заносить узловые, главные вопросы. Придерживайтесь этого требования по всем предметам, и у вас не будет «авральных» дней. Не будет надобности перечитывать и заучивать весь конспект при подготовке к экзамену или зачету. Каркас предмета будет своеобразной программой, на основе которой припоминается весь материал по данному предмету. 2. Ежедневно читайте. Читайте каждый день несколько (4–6) страниц научной и учебной литературы, в той или иной мере связанной с учебными дисциплинами. Кроме того, читайте внимательно и вдумчиво ежедневно 10–15 страниц научной и научно-популярной литературы. Всё, что вы читаете, – это интеллектуальный фон вашего учения. Чем богаче этот фон, тем легче учиться. Чем больше читаешь ежедневно, тем больше будет резерв времени. Не откладывайте этой работы на завтра. То, что упущено сегодня, никогда не возместить завтра. 3. Начинайте рабочий день рано утром. Сделайте зарядку, позавтракайте, полтора часа утреннего умственного труда перед лекциями – это золотое время. В.А. Сухомлинский рекомендует выполнять в утренние часы самый сложный творческий умственный труд. Если у вас есть работа с элементами исследования – выполняйте её в утреннее время. Тогда вы не будете засиживаться до полуночи. Составьте свой дневной режим так, чтобы не меньше чем за полутора (а то и двух) часов заснуть до двенадцати. Это снимает усталость. 4. Умейте определить систему своего умственного труда. Главное надо уметь распределять во времени так, чтобы оно не отодвигалось на задний план второстепенным. Главным надо заниматься ежедневно.</p>
<p>Лекционные занятия</p>	<p>На занятиях лекционного типа излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию учебной дисциплины. Для успешного освоения теоретического материала рекомендуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;</li> <li>- выделить маркерами основные положения лекции;</li> <li>- структурировать лекционный материал с помощью пометки на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки. В процессе занятия лекционного типа студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации и (или) на занятии семинарского типа. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.</li> </ul>
<p>Практические занятия</p>	<p>При подготовке к практическим занятиям рекомендуется следующий порядок действий: 1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить. 2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение. 3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки). 4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы. 5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практическое задание</p>

рекомендуется выполнять письменно. При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу. Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

#### **7.4 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. Astra Linux Common Edition. 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. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-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 (заочное отделение)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Се- местр	Всего ча- сов	Аудитор- ных	Самост. ра- бота	Лек- ций	Практиче- ских	Контроль
8	108	10	98	4	6	-
9	72	2	61+9	-	2	Курс. Ра- бота Экзамен - 9
<b>всего</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>159+9</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	

### 9.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раз- дела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям се- местра); -промежу- точной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
<b>1</b>	<b>8,9</b>		<b>Модуль 1. Расчет электрических нагрузок и ком- пенсация реактив- ной мощности</b>	59	2	2			55	
	<b>8,9</b>		Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	5					5	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8,9</b>		Определение рас- четной нагрузки СЭС	7					7	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8,9</b>		Проектирование распределения электрооборудова- ния на территории агропромышлен- ного предприятия и схема его под- ключения	8					8	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8,9</b>		Компенсация реак- тивной мощности в сети напряже- нием 1кВ	7					7	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	<b>8,9</b>		Определение опти- мального числа си- ловых	5					5	Контроль выпол- нения расчетного задания.

			трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств						
	8,9		Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	7				7	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Окончательный расчет электрических нагрузок	9				9	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Определение годового расхода активной и реактивной энергии	7				7	Контроль выполнения расчетного задания.
2	8,9		<b>Модуль 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	18		2		16	
	8,9		Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понижающей подстанции	4				4	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Выбор места расположения источников питания	4				4	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	8				8	Контроль выполнения расчетного задания.
3	8,9		<b>Модуль 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	14				14	
	8,9		Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	7				7	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	7				7	Контроль выполнения расчетного задания.
4	8,9		<b>Модуль 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	52	2	4		46	
	8,9		Назначение расчетов токов короткого замыкания,	6				6	Контроль выполнения расчетного задания.

			требования и допущения к расчетам ТКЗ							
	8,9		Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	6					6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	6					6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Расчет трехфазного ТКЗ	8					8	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	10					10	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Расчет токов несимметричных ТКЗ	10					10	Контроль выполнения расчетного задания.
5	8,9		<b>Модуль 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	28					28	
	8,9		Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	7					7	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Комплектные распределительные устройства	6					6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Устройства для компенсации реактивной мощности	6					6	Контроль выполнения расчетного задания.
	8,9		Проверка электрооборудования	9					9	Контроль выполнения расчетного задания.
	9		Промежуточная аттестация	9					9	Экзамен, Курсовая работа
			<b>Итого по модулю</b>	<b>180</b>	<b>4</b>	<b>8</b>			<b>159</b> <b>+9</b>	

Курсовая работа на тему: «Проектирование системы электроснабжения АПК»

## 9.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)
---------------------------	------------------	--

		ПК-4	ОПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-11	общее количество компетенций
<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсации реактивной мощности</b>	59	+	+	+	+	+	+	6
Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	5	+	+	+	+	+	+	6
Определение расчетной нагрузки СЭС	7	+	+	+	+	+	+	6
Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	8	+	+	+	+	+	+	6
Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	5	+	+	+	+	+	+	6
Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Окончательный расчет электрических нагрузок	9	+	+	+	+	+	+	6
Определение годового расхода активной и реактивной энергии	7	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	18	+	+	+	+	+	+	6
Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понизительной подстанции	4	+	+	+	+	+	+	6
Выбор места расположения источников питания	4	+	+	+	+	+	+	6
Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	8	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	14	+	+	+	+	+	+	6
Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	7	+	+	+	+	+	+	6

Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	7	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	52	+	+	+	+	+	+	6
Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	6	+	+	+	+	+	+	6
Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	6	+	+	+	+	+	+	6
Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	6	+	+	+	+	+	+	6
Расчет трехфазного ТКЗ	8	+	+	+	+	+	+	6
Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	10	+	+	+	+	+	+	6
Расчет токов несимметричных ТКЗ	10	+	+	+	+	+	+	6
<b>Раздел 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	28	+	+	+	+	+	+	6
Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	7	+	+	+	+	+	+	6
Комплектные распределительные устройства	6	+	+	+	+	+	+	6
Устройства для компенсации реактивной мощности	6	+	+	+	+	+	+	6
Проверка электрооборудования	9	+	+	+	+	+	+	6

### 9.3 Содержание дисциплины (модуля)

№ № п/п	Название раздела	Содержание темы в дидактических единицах
1	<b>Модуль 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций</b>	Определение числа и мощности силовых трансформаторов ЦТП, определение мощности цеховых трансформаторных подстанций, определение коэффициента загрузки и числа цеховых трансформаторных подстанций
2	Определение расчетной нагрузки СЭС	Применение упрощенных моделей проектирования СЭС, методы выбора номинальной мощности силовых трансформаторов, выбор типа трансформатора, расчет электрических нагрузок в сетях напряжением до 1 кВ, особенности расчета электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ, расчет электрических

		нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ методом коэффициента спроса.
3	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	Радиальная схема системы электроснабжения агропромышленного предприятия, магистральные схемы внутризаводского электроснабжения
4	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением до 1 кВ. соотношение стоимости комплектной трансформаторной подстанции и стоимости компенсирующих устройств в сети напряжением до 1 кВ,. последовательность расчета мощности батарей конденсаторов
5	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	Минимальное количество цеховых трансформаторов, максимальное количество цеховых трансформаторов, последовательность определения экономически оптимального числа трансформаторов
6	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	Суммарная мощность компенсирующих устройств
7	Окончательный расчет электрических нагрузок	Устройства для компенсации реактивной мощности в сетях с обычными нагрузками, устройства для компенсации реактивной мощности в сетях со специфическими нагрузками,
8	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	Годовой расход активной и реактивной энергии, потребляемой агропромышленным предприятием, математическое ожидание расчетной активной мощности
9	<b>Модуль 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b> Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понизительной подстанции	Условия определения номинальной мощности трансформаторов на предварительной стадии проектирования, типы трансформаторов ГПП, выбор группы и схемы соединения обмоток трансформаторов, преимущества и недостатки трансформаторов с масляно-водяным охлаждением с принудительной циркуляцией масла и воды
10	Выбор места расположения источников питания	Подходы в практике проектирования и решения задач оптимизации –построения рациональных СЭС, особенности статического и динамического подхода проектирования рациональных СЭС,определение центра электрических нагрузок на ситуационном плане агропромышленного предприятия, выбор типа и места расположения подстанций
11	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	Выбор напряжения питающих и распределительных сетей, режимы нейтрали, выбор напряжения распределительных сетей,
12	<b>Модуль 3. Выбор рациональных</b>	Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным

	<b>сечений проводов и жил кабелей.</b> Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	током КЗ, механическая прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах
13	Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным током КЗ, механическая прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах
14	<b>Модуль 4. Расчет токов короткого замыкания.</b> Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	Назначение расчетов токов короткого замыкания, виды КЗ, требования и допущения к расчетам ТКЗ
15	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании, методы преобразования схем замещения
16	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах,
17	Расчет трехфазного ТКЗ	Расчет трехфазного ТКЗ
18	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени, методы расчета ТКЗ в произвольный момент времени
19	Расчет токов несимметричных ТКЗ	Расчет токов несимметричных ТКЗ, особенности расчетной схемы замещения обратной и нулевой последовательности, порядок расчета для несимметричных ТКЗ, основные допущения для математического анализа составляющих несимметричных токов КЗ
20	<b>Модуль 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС.</b> Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	Условия выбора высоковольтных выключатели, элегазовые выключатели, разъединители,
21	Комплектные распределительные устройства	Комплектные распределительные устройства 6–10 кВ внутренней установки серии К-63, состав КРУ, Ячейки КРУ серии К-66 и камеры КСО-2СЭЩ
22	Устройства для компенсации реактивной мощности	Компенсация реактивной мощности сети напряжением до 1 кВ, высоковольтные установки КРМ
23	Проверка электрооборудования	Проверка электрооборудования на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических

		аппаратов на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на электрическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на коммутационную способность
--	--	---

## 9.4 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)
1.	1	<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности</b>	2
2.	1.1	Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	
3.	1.2	Определение расчетной нагрузки СЭС	
4.	1.3	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	
5.	1.4	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	
6.	1.5	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	
7.	1.6	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	
8.	1.7	Окончательный расчет электрических нагрузок	
9.	1.8	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	
10.	2	<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электро-снабжения</b>	2
11.	2.1	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понижительной подстанции	
12.	2.2	Выбор места расположения источников питания	
13.	2.3	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	
15.	4	<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	4
16.	4.1	Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	
17.	4.2	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	
28.	4.3	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	
19.	4.4	Расчет трехфазного ТКЗ	
20.	4.5	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	
21.	4.6	Расчет токов несимметричных ТКЗ	
<b>Итого</b>			<b>8</b>

## 9.5 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержания самостоятельной работы	Форма контроля
-------	--	-------------	-----------------------------------	----------------



1.	<b>Раздел 1. Расчет электрических нагрузок и компенсация реактивной мощности</b>	55		
2.	Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
3.	Определение расчетной нагрузки СЭС	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
4.	Проектирование распределения электрооборудования на территории агропромышленного предприятия и схема его подключения	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
5.	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением 1кВ	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
6.	Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
7.	Компенсация реактивной мощности в сети напряжением выше 1кВ	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
8.	Окончательный расчет электрических нагрузок	9	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
9.	Определение годового расхода активной и реактивной энергии	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
10.	<b>Раздел 2. Выбор источников питания в системах электроснабжения</b>	16		
11.	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов главной понижающей подстанции	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
12.	Выбор места расположения источников питания	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и	Контроль выполнения

			практическим занятиям	расчетного задания.
13.	Выбор и обоснование напряжения питающих и распределительных сетей	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
14.	<b>Раздел 3. Выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей</b>	14		
15.	Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
16.	Выбор рациональных сечений проводов кабельных линий	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
17.	<b>Раздел 4. Расчет токов короткого замыкания</b>	46		
18.	Назначение расчетов токов короткого замыкания, требования и допущения к расчетам ТКЗ	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
19.	Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
20.	Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
21.	Расчет трехфазного ТКЗ	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
22.	Расчет ТКЗ в произвольный момент времени	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
23.	Расчет токов несимметричных ТКЗ	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
24.	<b>Раздел 5. Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС</b>	28		

25.	Коммутационное электрооборудование на напряжение 110-220 кВ	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
26.	Комплектные распределительные устройства	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контроль выполнения расчетного задания.
27.	Устройства для компенсации реактивной мощности	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
28.	Проверка электрооборудования	9	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контроль выполнения расчетного задания.
	Промежуточная аттестация	9		Экзамен
	Итого	159+9		

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

### **Проектирование систем электроснабжения**

**Направление подготовки «Агроинженерия»**

**Профиль подготовки «Электроснабжение»**

**Квалификация выпускника – бакалавр**

**Форма обучения – очная**

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

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

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и курсовой работе.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

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.	Раздел 1: РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.	ОПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-11	п. 4.1.1	п. 4.2.1	п. 4.3.1
2.	Раздел 2: ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.	ОПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-11	п. 4.1.2	п. 4.2.2	п. 4.3.2
3.	Раздел 3: ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ.	ОПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-11	п. 4.1.3	п. 4.2.3	п. 4.3.3
4.	Раздел 4: РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.	ОПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-11	п.4.1.4	п. 4.2.4	п. 4.3.4
5.	Раздел 5: ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС.	ОПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-11	п.4.1.5	п. 4.2.5	п. 4.3.5

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

## Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
<b>ПК-4</b>	<b>способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования</b>	знать методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.	уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.
<b>ОПК-3</b>	<b>способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию.</b>	ЕСКД (единую систему конструкторской документации), правила выполнения графической документации, ее основные виды – технический рисунок, схемы (принципиальные, электрические, управления), эскизы, чертежи (рабочие, сборочные, общего вида, разрезы, сечения); стадии разработки и методы проектирования графической технической документации; основы программ компьютерного моделирования графических объектов.	выполнять технические рисунки, схемы (принципиальные, электрические, управления), эскизы, чертежи (рабочие, сборочные, общего вида, разрезы, сечения), графики, читать чертежи узлов и деталей сельскохозяйственной техники; разрабатывать сопроводительную техническую документацию.	Навыками разработки и использования графической технической документации применением современных автоматизированных систем проектирования.
<b>ПК-5</b>	<b>готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов</b>	основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры,	применять изученные математические методы при создании и практической реализации математических моделей; применять	методами анализа физических явлений, достаточным объемом математических знаний и методов для решения задач в

	<b>производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных.</b>	дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий.	компьютерную технику в профессиональной деятельности.	своей предметной области.
<b>ПК-6</b>	<b>способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы.</b>	основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий;	применять изученные математические методы при создании и практической реализации математических моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности;	методами анализа физических явлений, достаточным объемом математических знаний и методов для решения задач в своей предметной области
<b>ПК-7</b>	<b>готовностью к участию в проектировании новой техники и технологий.</b>	основных физических явлений электротехники и теплотехники; способов использования компьютерных и информационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования	самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты;	инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов.
<b>ПК-11</b>	<b>способность использовать технические средства для определения параметров технологических процессов</b>	основные способы определения параметров технологических процессов и качества продукции;	использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции;	способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции

	<b>и качества продукции</b>			
--	---------------------------------	--	--	--

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.

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

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 ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).
-

### **3 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

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 ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

#### ***Повышенный уровень:***

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

#### ***Базовый уровень:***

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

#### ***Пороговый уровень:***

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

#### ***Уровень ниже порогового:***

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности

показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации Экзамен (дифференцированный зачет)	Шкала оценивания по БРС
Повышенный	5 (отлично)	91 – 100
Базовый	4 (хорошо)	71 – 90
Пороговый	3 (удовлетворительно)	60 – 70
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	Ниже 60

### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
5 (отлично)	<p>Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: высокий.</p>
4 (хорошо)	<p>Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</p> <p>Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: средний.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</p> <p>Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.</p>

2 (неудовлетворительно)	<p>Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.</p> <p>Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.</p> <p>Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.</p> <p>Характеристика сформированности компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- компетенция в полной мере не сформирована;</li> <li>- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.</li> </ul> <p>Уровень сформированности компетенций: низкий.</p>
-------------------------	--

#### **4 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**

##### **Раздел 1: РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

1. На каких стадиях проектирования производится определение электрических нагрузок системы электроснабжения агропромышленного предприятия?
2. Для решения каких вопросов определяется электрическая нагрузка системы электроснабжения на стадии предынвестиционного исследования?
3. Какая информация необходима для определения ожидаемой электрической нагрузки на стадии предынвестиционного исследования?
4. Какие цели преследует расчет электрических нагрузок на стадии технического проекта?
5. Как и для чего определяется электрическая нагрузка на первой стадии при восходящем проектировании?
6. С учетом чего определяется электрическая нагрузка на второй стадии при восходящем проектировании?
7. На основании чего выполняется выбор схем питающих и распределительных сетей и расчет нагрузок по распределительным устройствам, трансформаторам и распределительным пунктам?
8. Какая исходная информация необходима для окончательного выбора схемы питающей сети?
9. Какие расчеты выполняются после выбора проводов, кабелей и шин, выполнения чертежей, схем распределительных и питающих сетей, разводки кабелей и др.?
10. Как и в какой последовательности происходит расчет электрических нагрузок при восходящем проектировании системы электроснабжения?
11. Какой дополнительный расчет электрических нагрузок выполняется на стадиях технического проекта и рабочая документация?

12. Как и для чего выполняется дополнительный расчет электрических нагрузок на стадиях техничеcкий проект и рабочая документация?
13. Какова последовательность расчетов электрических нагрузок при нисходящем проектировании?
14. Как осуществляется проектирование установок компенсации реактивной мощности для электрических сетей агропромышленных предприятий?
15. Какие основные исходные данные необходимы для выбора средств компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения?
16. Какие установки предполагается использовать в качестве средств компенсации реактивной мощности для электрических сетей общего назначения?
17. Что определяется на первом этапе выбора средств КРМ и мощности компенсирующих устройств?
18. Что обосновывается на втором этапе выбора средств КРМ и мощности компенсирующих устройств?
19. Как согласовываются параметры источников компенсации реактивной мощности с реактивной мощностью из энергосистемы?
20. Какие источники компенсации реактивной мощности могут оказаться целесообразными для предприятий, работающих в 1-3 смены?
21. Какие источники компенсации реактивной мощности могут оказаться целесообразными для предприятий с непрерывным режимом работы?
22. Для потребителей каких категорий и какого их процентного соотношения допустим проектный вариант ЦТП с одним трансформатором?
23. В каких случаях рекомендуется применять двухтрансформаторные ЦТП?
24. Какой резерв необходим двухтрансформаторным подстанциям для восстановления нормального питания потребителей в случае выхода из строя одного трансформатора на длительный срок?
25. Какому условию должен отвечать оставшийся в работе трансформатор двухтрансформаторной ЦТП на время замены поврежденного трансформатора?
26. При каком характере суточного или годового графика нагрузок иногда оказывается целесообразным применение двухтрансформаторных подстанций?
27. В каких случаях рекомендуется применять цеховые трансформаторные подстанции с количеством трансформаторов более двух?
28. На какие стандартные номинальные мощности выпускаются цеховые трансформаторы?
29. В каких случаях комплектные цеховые трансформаторные подстанции устанавливаются открыто?
30. Чем обусловлено применение упрощенных моделей на начальных этапах проектирования СЭС?
30. Каким образом на практике решается задача нахождения глобального экстремума целевой проектной функции?
31. Какую особенность имеют радиальные схемы внутризаводского электроснабжения?
32. Каково число ступеней у часто применяемых радиальных схем внутризаводского электроснабжения?
33. В чем особенность одноступенчатых радиальных схем электроснабжения?
34. Что обеспечивают радиальные схемы во всей системе электроснабжения?

35. В каких случаях, как правило, применяют радиальные схемы?
36. Как осуществляется питание крупных электроприемников, ЦТП или РП с преобладанием потребителей 1 категории?
37. Как питаются отдельно расположенные однострансформаторные подстанции мощностью 400-630 кВА без резервирования, если отсутствуют потребители 1 и 2 категорий и по условиям прокладки линии возможен ее быстрый ремонт?
38. Как питаются обособленные подстанции потребителей 2 категории?
39. В каких случаях и почему применяются двухступенчатые радиальные схемы с промежуточными РП?
40. В чем схемная особенность питания цеховых подстанций от вторичных РП?
41. В каком случае применяют магистральные схемы электроснабжения?
42. В чем состоит основное преимущество магистральных схем электроснабжения?
43. В каких случаях целесообразно применять магистральные схемы электроснабжения?
44. Что является недостатком магистральных схем электроснабжения?
45. Какое количество трансформаторов мощностью 1000-1600 кВ А рекомендуется питать от одной магистрали?
46. Какое количество трансформаторов мощностью 250-630 кВ А рекомендуется питать от одной магистрали?
47. Какие существуют разновидности и модификации магистральных схем?
48. На какие две группы с учетом степени надежности разделяют магистральные схемы?
49. Для питания каких потребителей допускаются одиночные магистрали без резервирования?
50. Для питания каких потребителей могут применяться схемы с двумя и более сквозными магистралями?
51. В чем состоит целесообразность применения двойных сквозных магистралей для питания ЦТП или РП?
52. Какое количество подстанций в зависимости от передаваемой мощности можно подключить к каждой двойной магистрали?
53. Как работают магистральные секции шин ЦТП или РП в нормальном режиме?
54. Как работают магистральные секции шин ЦТП или РП в случае аварии?
55. В чем преимущество коммутационной аппаратуры при магистральных схемах питания ЦТП?
56. Как обеспечить избирательное отключение трансформатора ЦТП при магистральной схеме питания в случае его повреждения?
57. Что в практике проектирования и эксплуатации позволяет создать систему электроснабжения с наилучшими технико-экономическими показателями?
58. Как на этапе эскизного проектирования и при отсутствии сведений об особенностях питания нагрузки распределяют электрооборудование по объекту?
59. Как на этапе эскизного проектирования следует распределять электроприемники, присоединяемые к шинам ГПП и РП?
60. Как и почему должно осуществляться питание электроприемников разных параллельных технологических потоков?

61. Как и почему должно осуществляться питание взаимосвязанных технологических агрегатов?
62. Что понимается под групповой номинальной (установленной) мощностью?
63. Что является номинальной реактивной мощностью одного электроприемника?
64. Что является номинальной реактивной мощностью одного синхронного двигателя?
65. Что является групповой номинальной реактивной мощностью?
66. Как определяется групповая средняя активная (реактивная) мощность за период времени  $T$ ?
67. Чему равна средняя активная (реактивная) мощность группы?
68. Как определяется коэффициент использования отдельного электроприемника или группы?
69. Что в справочных материалах, содержащих расчетные коэффициенты, относится к одной характерной категории электроприемников?
70. Как для группы, состоящей из ЭП различных категорий с разными  $k_i$ , определяется средневзвешенный коэффициент использования?
71. Что не должно рассматриваться при определении  $k_i$  группы электроприемников как средневзвешенного справочного значения характерных категорий?
72. Что понимается под эффективным числом электроприемников?
73. Что означает расчетная активная (реактивная) мощность?
74. Чему равна расчетная активная (реактивная) мощность для одиночных ЭП?
75. Чему равна расчетная активная (реактивная) мощность для одиночных электроприемников повторно-кратковременного режима?
76. Как определяется коэффициент расчетной мощности?
77. От каких факторов зависит величина коэффициента расчетной мощности?
78. Для каких элементов СЭС принята постоянная времени нагрева  $T_0 = 10$  мин?
79. Как определяются значения  $k_p$  для сетей, у которых постоянная времени нагрева  $T_0 = 10$  мин?
80. Для каких элементов СЭС принята постоянная времени нагрева  $T > 30$  мин?
81. Чему равно значение  $k_p$  для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов?
82. Какой порядок вычислений рекомендуется методикой использования коэффициента расчетной активной мощности?
83. Как изменяются расчетные коэффициенты при получении коэффициентов, характеризующих реальную загрузку высоковольтных электродвигателей?
84. Как определяется эффективное число электроприемников при расчете электрических нагрузок в сети напряжением выше 1 кВ?
85. Какие факторы влияют на определение значения коэффициента одновременности в методике коэффициента расчетной активной мощности?
86. В каких случаях расчет электрических нагрузок целесообразно вести методом коэффициент спроса?
87. По каким графикам электропотребления обычно определяется коэффициент спроса?
88. Для чего значения максимальных суммарных реактивной и активной нагрузок сообщаются в энергосистему?

89. По каким значениям реактивной мощности определяется суммарная мощность КУ предприятия и регулируемая часть компенсирующих устройств?
90. В каком месте СЭС и как определяется суммарная мощность высоковольтных компенсирующих устройств?
91. Какой нормативный параметр может быть задан энергосистемой для поддержания реактивной мощности на шинах ГПП агропромышленного предприятия.
92. По какому выражению находится суммарная мощность компенсирующих устройств для поддержания нормируемого значения коэффициента активной мощности на шинах ГПП?
93. Какие устройства следует принимать в качестве средств для компенсации реактивной мощности в сетях с обычными нагрузками?
94. Какие устройства следует принимать в качестве средств для компенсации реактивной мощности в сетях со специфическими нагрузками?
95. Где, как правило, следует размещать батареи конденсаторов напряжением 6-10 кВ?
96. Для каких целей ККУ напряжением до 1 кВ и напряжением 6-10 кВ должны иметь ручное управление?
97. В каком случае рекомендуется осуществлять автоматическое регулирование мощности ККУ напряжением 6-10 кВ?
98. Какую возможность следует рассматривать при значительном количестве установок для компенсации реактивной мощности?
99. Какие проектные варианты возможны при получении данных, отличных от нормируемых, в случае доведения коэффициента мощности до требуемого значения?
100. О чем свидетельствует положительное значение  $Q_{Ку}$  при расчете нормируемой реактивной мощности?
101. Какие мероприятия рассматриваются при получении положительного значения нормируемой реактивной мощности  $Q_{Ку}$  ?
102. Как распределяется суммарная реактивная нагрузка высоковольтных батарей конденсаторов между сборными шинами ГПП и РП?
103. До какого значения округляется расчетная реактивная мощность комплектов конденсаторных установок?
104. Какой минимальной мощности рекомендуется подключать конденсаторные установки к каждой секции сборных шин РП?
105. Где следует устанавливать конденсаторные установки, если их расчетная мощность для каждой секции сборных шин РП не превышает 1000 квар?
106. О чем свидетельствует отрицательное значение  $Q_{Ку}$  при расчете нормируемой реактивной мощности?
107. Какие мероприятия рассматриваются при получении отрицательного значения нормируемой реактивной мощности  $Q_{Ку}$  ?
108. Каким образом уменьшается величина реактивной мощности (емкостного характера), генерируемой высоковольтными синхронными двигателями?
109. При каких условиях для КРМ используется располагаемая реактивная мощность (емкостного характера) высоковольтных синхронных двигателей?



110. При какой номинальной мощности и частоте вращения для КРМ можно использовать располагаемую реактивную мощность (емкостного характера) высоковольтных синхронных двигателей?

## **Раздел 2: ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

ОПК-3 способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию

электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

1. Какими данными необходимо располагать для выбора номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП?

2. Какими факторами в основном определяется расположение, тип, мощности и другие параметры ГПП?

3. Какое количество трансформаторов, как правило, устанавливается на ГПП агропромышленного предприятия?

4. Какая существует практика проектирования мощности трансформаторов ГПП из условия допустимой их перегрузки в послеаварийных режимах?

5. Каковы численные значения кратковременных (аварийных) перегрузок масляных трансформаторов сверх номинальной мощности?

6. В чем преимущества силовых трехобмоточных трансформаторов ГПП?

7. Какая из обмоток на трансформаторах ГПП соединяется в звезду?

8. При каких условиях трансформаторы с масляным охлаждением, дутьем и естественной циркуляцией масла могут работать с полностью отключенным дутьем?

9. Для трансформаторов какой мощности применяется масляно-водяное охлаждение с принудительной циркуляцией масла и воды?

10. Из каких приведенные затраты слагаются затраты на участки сети?

11. В чем особенность динамического подхода проектирования рациональных СЭС?

12. В чем сущность профессионально-логического метода реального проектирования?

13. Какие факторы влияют на место положения распределительной подстанции?

14. Какие согласования предстоят выбранному месту расположения подстанции?

15. Что необходимо для отыскания оптимальных мест установки источников реактивной мощности?

16. Как осуществляется разделение картограммы нагрузки на секторы?

17. Какими зависимостями при выборе напряжения рекомендуется воспользоваться для удобства проектирования на начальном этапе?

18. Для каких видов распределения электроэнергии по территории предприятия целесообразно применять напряжение 35 кВ?

19. При электроснабжении объектов какой мощности целесообразно применять напряжение 220 кВ?

20. По какой формуле определяется длина распределительной сети на начальном этапе проектирования?

21. Какие режимы нейтрали предусмотрены для работы электрических сетей напряжением 6-10 кВ?

22. В каких случаях рекомендуется в первую очередь применять напряжение 660 В при проектировании электроустановок агропромышленных предприятий?
23. На основе каких технических условий осуществляется проектирование ГПП с высшим напряжением 35-220 кВ?
24. По каким условиям уточняется намеченное место расположения ГПП?
25. В каких случаях возможна установка более двух трансформаторов на ГПП?
26. По какому условию определяется номинальная мощность трансформаторов ГПП на предварительной стадии проектирования?
27. Каковы преимущества силовых трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения?
28. Как следует выбирать группу и схему соединения обмоток трансформаторов?
29. Как связана мощность трансформатора и интенсивность его системы охлаждения?
30. Для трансформаторов какой мощности применяется масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла?
31. Какую аналогию использует теория определения местоположения источников питания?
32. Какие подходы используются в практике проектирования и решения задач оптимизации - построения рациональных СЭС?
33. Как определяется центр электрических нагрузок на ситуационном плане агропромышленного предприятия?
34. Какая методика используется для предварительного определения координат цеховой сети, применимой при прокладке участков сети во взаимно перпендикулярных направлениях?
35. Какие факторы влияют на место положения ГПП?
36. К каким результатам приводит расположение ГПП или РП вблизи питаемых ими нагрузок?
37. Что представляет собой индивидуальная картограмма нагрузки?
38. В каких случаях третьей координатой ЦЭН можно пренебречь?
39. При электроснабжении объектов какой мощности напряжение 35 кВ имеет экономические преимущества?
40. При электроснабжении объектов какой мощности целесообразно применять напряжение 110 кВ?
41. Какое влияние на экономические показатели проекта оказывает уровень первичного напряжения в сравнении с вторичным напряжением сетей?
42. Для питающих и распределительных сетей каких объектов целесообразно применять напряжение 6-10 кВ?
43. Какие обстоятельства следует принимать во внимание при использовании напряжения до 1 кВ?
44. Какой режим нейтрали предусмотрен для работы электроустановок напряжением 660 В?
45. Какими данными необходимо располагать для выбора номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП при эскизном проектировании?
46. Как следует размещать ГПП, чтобы оптимизировать питающие и распределительные сети электроснабжения предприятия?

47. Какие мероприятия применяются для обеспечения надежного электроснабжения на вторичном напряжении ГПП?
48. Каково допустимое время перегрузки трансформаторов ГПП в послеаварийных режимах во время максимума общей суточной нагрузки?
49. Какие типы трансформаторов ГПП применяются на агропромышленных предприятиях с резкопеременными нелинейными нагрузками?
50. К какой обмотке для трехобмоточных трансформаторов относятся нормируемые перегрузки?
51. Какими факторами обусловлено состояние изоляции трансформатора?
52. На какую мощность выпускаются трансформаторы с масляным охлаждением, дутьем и естественной циркуляцией масла?
53. Что позволяет делать специальный подход, используемый для выбора места расположения источников питания?
54. Как обеспечить меньшие затраты при совмещении источника питания с одной из нагрузок?
55. Какие случаи возможны при решении вопроса о размещении источников питания?
56. Почему для отыскания центра цеховой сети используют приближенные методы?
57. Каким образом решается вопрос о месте размещения ГПП?
58. Что представляет собой картограмма нагрузок?
59. Как находится в прямоугольной системе координатных осей условный ЦЭН?
60. Какие факторы обуславливают наличие в расчетах ЦЭН третьей координаты?
61. По какой формуле определяется выбор напряжения питающих сетей на начальном этапе проектирования?
62. Какие режимы нейтрали предусмотрены для работы электрических сетей напряжением 35 кВ?
63. Какой режим нейтрали предусмотрен для работы электрических сетей напряжением 220 кВ?
64. Какому проектному варианту сравниваемых напряжений при равенстве приведенных затрат или при небольших экономических преимуществах следует отдавать предпочтение?
65. В каких случаях может применяться напряжение 6 кВ?
66. Каково наиболее целесообразное сочетание вторичного напряжения с первичным напряжением проектируемых электроустановок?
67. На какой расчетный период выполняется выбор трансформаторов ГПП?
68. Как при необходимости проводится смещение ГПП от геометрического центра электрических нагрузок?
69. Какой должна быть мощность трансформаторов ГПП с учетом отключения одного из них?
70. В соответствии с какими условиями оставшийся в работе трансформатор ГПП должен быть проверен на допустимую перегрузку в послеаварийных режимах?
71. В каких случаях применяются трехобмоточные силовые трансформаторы для ГПП?

72. Почему одну из обмоток силового трансформатора соединяют в звезду, а другую – в треугольник?

73. Какова допустимая температура масла в верхних, наиболее нагретых слоях при номинальной нагрузке трансформатора с естественным масляным охлаждением?

74. В чем преимущества и недостатки трансформаторов с масляно-водяным охлаждением с принудительной циркуляцией масла и воды?

75. Почему центр электрических нагрузок не совпадает с центром тяжести фигуры цеха на плане?

76. В чем особенность статического подхода проектирования рациональных СЭС?

77. Какие факторы влияют на постоянное перемещение центра электрических нагрузок?

78. В какую сторону обычно смещается место положения распределительной подстанции?

79. Каким образом осуществляют выбор типа и места расположения подстанций?

80. Какие возможности дает проектировщику получаемая картограмма электрических нагрузок?

81. Как вычисляется радиус индивидуальной картограммы нагрузки?

82. Как практически учитывается третья координата в реальном проектировании агропромышленных предприятий?

83. При электроснабжении каких объектов целесообразно применять напряжение 35 кВ?

84. Какие режимы нейтрали предусмотрены для работы электрических сетей напряжением 110 кВ?

85. По какой формуле определяется выбор напряжения распределительных сетей внутривзаводского электроснабжения на начальном этапе проектирования?

86. В каких случаях напряжение 10 кВ более эффективно по сравнению с напряжением 6 кВ?

87. Какие результаты дает перевод питания электроприемников с напряжения 380 В на напряжение 660 В?

88. Какие электроустановки не переводятся на напряжение 660 В?

### **Раздел 3: ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ**

1. По каким параметрам в зависимости от ряда технико-экономических факторов выбирают сечения проводов ВЛ и жил кабелей КА?

2. Что определяет термическую стойкость проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?

3. Каким режимам должны удовлетворять проводники любого назначения в отношении предельно допустимого нагрева?

4. В соответствии с каким выражением производят выбор экономически целесообразного сечения по экономической плотности тока?

5. Какие сети не подлежат проверке по экономической плотности тока?

6. Как проводят расчет сечения проводов ВЛ по термической стойкости при эскизном проектировании?

7. Как для КЛ решен вопрос выбора сечения по условиям короны для каждого стандартного напряжения?

8. Какой величины допускается выбирать ток расчетного сечения проводов ВЛ по условиям нагрева?
9. Какими дополнениями ПУЭ необходимо руководствоваться при выборе по экономической плотности тока сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
10. Каким принимается сечение проводов ВЛ, рассчитываемых по экономической плотности тока, на ответвлениях длиной более 1 км?
11. Как влияет на коронный разряд увеличение радиуса кривизны провода ВЛ?
12. На сколько процентов увеличивается в расчетах по потери напряжения активное сопротивление провода ВЛ при 50%-й токовой перегрузке?
13. На какую величину допускается перегрузка кабелей с полиэтиленовой изоляцией в период ликвидации послеаварийного режима?
14. На какое время допускается перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией при ликвидации послеаварийного режима?
15. Каковы основные преимущества кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена?
16. Какие основные факторы влияют на выбор сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
17. Из каких положений исходят при выборе стандартного сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
18. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ и жил кабелей КЛ выбирают, определяя сечения по допустимому нагреву?
19. Ток какого режима работы принимается в качестве расчетного при выборе экономически целесообразного сечения по экономической плотности тока?
20. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ и жил кабелей КЛ выбирают, определяя сечения по термической стойкости?
21. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ выбирают, определяя сечения по механической прочности?
22. Что учитывается в таблицах ПУЭ при выборе рациональных сечений проводов ВЛ по условиям нагрева длительным расчетным или рабочим током?
23. Какое соотношение токов будет выполняться при выборе сечений проводов ВЛ по условиям нагрева в послеаварийном режиме при отключении на ГПП одного из трансформаторов или одной из питающих линий?
24. Какое для соседних участков ВЛ допускается принимать сечение провода, если разница между значениями экономического сечения для участков находится в пределах одной ступени по стандартной шкале?
25. Для каких сочетаний климатических условий выбирают сечение проводов воздушных линий в нормальном режиме работы?
26. Какое минимальное сечение проводов рекомендуется применять для ВЛ 220 кВ по условиям короны?
27. Какой величины допускается кратковременная перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных?
28. На какое время в период максимумов нагрузки допускается перегрузка кабелей с полиэтиленовой и поливинилхлоридной изоляцией при ликвидации послеаварийного режима?

29. Как выполняется кабельная линия, если расчетное сечение КЛ оказывается большим максимального табличного сечения 240-300 мм<sup>2</sup>?
30. Как проверяют на термическую стойкость к токам КЗ кабели, защищаемые плавкими токоограничивающими предохранителями?
31. Для условий каких режимов осуществляется проверка сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
32. От каких параметров зависит фактор коронирования линий электропередачи?
33. Какой ток принимается для проверки на допустимый нагрев проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
34. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ и жил кабелей КЛ выбирают, определяя сечения по экономической плотности тока?
35. Какая аналитическая зависимость при проведении расчетов на ЭВМ позволяет рассчитать экономическую плотность с большей точностью, чем дают нормативные табличные значения?
36. Как проводят выбор сечения жил КЛ по механической прочности?
37. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ и жил кабелей КЛ выбирают, определяя сечения по потере напряжения?
38. Какой ток принимают для проводов ВЛ в качестве расчетного по условиям нагрева при независимых параллельно работающих линиях?
39. Исходя из каких значений токов участков, имеющих промежуточные отборы мощности, следует руководствоваться при выборе по экономической плотности тока сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
40. В зависимости от каких факторов выбирают сечение проводов ВЛ по механической прочности?
41. Какое минимальное сечение проводов рекомендуется применять для ВЛ 110 кВ по условиям короны?
42. Как принимается окончательное решение о выборе сечения проводов ВЛ?
43. На какую величину допускается перегрузка кабелей с поливинилхлоридной изоляцией в период ликвидации послеаварийного режима?
44. На какую величину допускается перегрузка кабелей напряжением 20-35 кВ при ликвидации послеаварийного режима?
45. При каком виде защиты учитывают воздействие тока КЗ, проверяя сечения КЛ на термическую стойкость?
46. В функции каких параметров определяется экономический фактор, влияющий на выбор сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
47. Каким требованиям должны удовлетворять проводники любого назначения в отношении предельно допустимого нагрева?
48. К какому сечению проводов ВЛ и жил кабелей КЛ во всех случаях не следует стремиться без достаточных на то оснований?
49. Как учитывается увеличение тока в послеаварийных и ремонтных режимах сети при выборе экономически целесообразного сечения по экономической плотности тока?
50. Что является основанием для выбора ближайшего сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ по термической стойкости?
51. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ выбирают, определяя сечения по условиям короны?

52. Каким должно быть выбираемое сечение проводов ВЛ по условиям нагрева в сравнении с расчетным?

53. Какое значение тока можно принять в качестве расчетного при выборе сечений проводов ВЛ по условиям нагрева, если известна мощность трансформатора ГПП?

54. Каким принимается сечение проводов ВЛ, рассчитываемых по экономической плотности тока, на ответвлениях длиной до 1 км, в сравнении с сечением проводов ВЛ, от которой производится ответвление?

55. Для каких сочетаний климатических условий выбирают сечение проводов воздушных линий в аварийном режиме работы?

56. На сколько процентов увеличивается в расчетах по потери напряжения активное сопротивление провода ВЛ при 30%-й токовой перегрузке?

57. На какое время допускается кратковременная перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных?

58. На какую величину допускается перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией при ликвидации послеаварийного режима?

59. Какой материал среди пластмассовых изолирующих веществ является сегодня наиболее предпочтительным для кабелей ввиду его хороших диэлектрических свойств и большого запаса термической стойкости?

60. Как минимальное табличное сечение кабеля проверяется на наличие коронного разряда?

#### **Раздел 4: РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

1. Какие требования предъявляются к получаемым результатам расчета ТКЗ?

2. Какие методы преобразования схем замещения рекомендуется использовать для практических расчетов?

3. Как зависит окончательный результат расчета ТКЗ от выбора базисных условий?

4. По какой формуле определяется ударный коэффициент тока КЗ?

5. Какой метод лежит в основе расчетов токов несимметричных КЗ?

6. Какие особенности схем соединения силовых трансформаторов необходимо учесть при составлении схем замещения для расчета несимметричных ТКЗ?

7. Каков порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании?

8. Какие базисные условия устанавливаются для схем СЭС?

9. Какие значения ЭДС в относительных единицах принимают для предварительных расчетов?

10. Каковы причины необходимости расчета ТКЗ в произвольный момент времени?

11. Какие допущения используются для упрощения математического анализа составляющих несимметричных токов КЗ?

12. Какие элементы расчетной схемы содержит схема замещения обратной последовательности?

13. Каковы особенности расчетной схемы замещения обратной и нулевой последовательности?

14. Какие вводятся допущения, которые упрощают расчеты ТКЗ, обеспечивая приемлемую точность?

15. Что называется относительным значением параметра элемента схемы замещения?
16. По какой формуле определяется начальное значение периодической составляющей трехфазного ТКЗ?
17. Для чего необходим расчет мощности КЗ?
18. Какие новые допущения и требования добавляются при расчете токов несимметричных КЗ?
19. Как учитывается отношение сопротивлений нулевой и прямой последовательности для различных конструкций ВЛ в расчетах несимметричных ТКЗ?
20. Как осуществляется преобразование схемы замещения к наиболее простому виду?
21. Какие значения базисных условий следует выбирать для практических расчетов?
22. Что учитывается при расчете ударного тока КЗ?
23. Какие методы используются для упрощения вычисления ТКЗ в произвольный момент времени?
24. Какой порядок принимается для расчета несимметричных ТКЗ?
25. Какие элементы расчетной схемы содержит схема замещения нулевой последовательности?
26. По какой формуле определяется периодическая составляющая несимметричного тока КЗ?

## **Раздел 5: ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС**

ОПК-3 способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию

1. По каким основным условиям должны выбираться высоковольтные выключатели?
2. В чем сущность принципа автокомпрессии дугогасительной системы элегазовых выключателей?
3. Благодаря каким конструктивным особенностям баковые элегазовые выключатели особенно устойчивы к землетрясениям?
4. Каким типом привода могут быть снабжены высоковольтные разъединители?
5. Какими выключателями могут быть оборудованы ячейки КРУ серии К-63?
6. Какова минимальная ступень при регулировании значения  $\cos\varphi$ ?
7. Реализацию каких функций обеспечивает контроллер в установках КРМ-0,4?
8. Какие особенности имеют высоковольтные установки КРМ-6(10)?
9. Как определяется термическое действие токов КЗ при наличии устройства автоматического повторного включения?
10. В чем заключается проверка проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях?
11. По какой формуле допускается определять термически стойкое к токам короткого замыкания сечение кабеля?
12. Как учитывается аperiodическая составляющая времени короткого замыкания при длительности срабатывания релейной защиты более 5 с?
13. Каковы условия обеспечения электродинамической стойкости электрического аппарата?



14. Какой способностью должны обладать коммутационные аппараты?
15. Какой пропускной способностью должны обладать коммутационные аппараты во включенном положении?
16. Каковы отличительные свойства элегазовых колонковых выключателей?
17. Каковы основные достоинства элегазовых баковых выключателей?
18. В каких вариантах конструктивного исполнения выпускаются высоковольтные разъединители?
19. Исходя из каких условий выбирается количество ячеек КРУ, присоединенных к секции сборных шин?
20. Каковы преимущества установок для компенсации реактивной мощности серии КРМ-0,4?
21. Как происходит в установках КРМ-0,4 самовосстановление конденсатора при пробое диэлектрика?
22. Как осуществляется снижение токов заряда конденсаторов в установках КРМ-0,4?
23. Как осуществляется защита конденсаторов от перегрузки токами высших гармоник в высоковольтных установках КРМ-6(10)?
24. Как допускается приближенно определять интеграл Джоуля?
25. Какое сечение проводника следует выбрать, если при выборе сечения проводника определяющим условием является его термическая стойкость при КЗ?
26. В зависимости от каких факторов определяется время периодической составляющей при проверке на термически стойкое к токам КЗ сечение кабеля?
27. От чего зависит допустимое значение интеграла Джоуля для коммутационных аппаратов, проверяемых на термическую стойкость при КЗ?
28. Какой допустимый ток должны пропускать коммутационные аппараты во включенном положении?
29. Для обеспечения работы каких систем автоматики могут также использоваться коммутационные аппараты?
30. По каким условиям осуществляется полная проверка высоковольтных выключателей?
31. Каковы основные достоинства высоковольтных элегазовых выключателей?
32. Каковы отличительные свойства элегазовых баковых выключателей?
33. Для каких целей предназначены высоковольтные разъединители?
34. Для каких целей предназначены комплектные распределительные устройства?
35. Какие конструктивные особенности имеют ячейки КРУ серии К-66 и камеры КСО-2СЭЩ?
36. Каковы особенности силовых трехфазных конденсаторов, применяющихся в установках КРМ-0,4?
37. Как осуществляется защита от разрыва корпуса конденсатора при увеличении давления вследствие перенапряжения или большого количества самовосстановлений диэлектрика?
38. Как осуществляется подключение высоковольтных установок КРМ-6(10) к СЭС, повышающее надежность работы?
39. Как осуществляется количественная оценка степени термического воздействия тока короткого замыкания на проводники и электрические аппараты?

40. Как допускается производить проверку проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях?
41. Как определяется приведенное время короткого замыкания при проверке на термически стойкое к токам КЗ сечение кабеля?
42. Как вычисляется периодическая составляющая времени короткого замыкания при длительности срабатывания релейной защиты более 1 с?
43. Каковы специфические режимы работы коммутационных аппаратов?
44. В каких режимах коммутационные аппараты должны включать и отключать электрические цепи?
45. Какой отключающей способностью должны обладать плавкие предохранители?
46. Чем определяется уровень напряжения, требуемый для дугогасительной камеры, у элегазовых выключателей?
47. Какова особенность конструкции высоковольтных элегазовых баковых выключателей?
48. Какие конструктивные особенности имеет двухколонковый полюс разъединителя?
49. Какие блоки могут входить в состав КРУ?
50. Какие функции позволяет осуществлять применение установок КРМ-0,4?
51. На эксплуатацию в каких производственных помещениях и условиях рассчитаны установки КРМ-0,4?
52. Реализацию каких функций в СЭС обеспечивает применение высоковольтных установок КРМ-6(10)?
53. Почему трехфазный конденсатор в высоковольтной установке КРМ-6(10), состоящий из трех однофазных, соединен в «звезду»?
54. Как в рекомендуемой методике аналитического расчета интеграл Джоуля и термически эквивалентный ток короткого замыкания зависят от особенностей расчетной схемы?
55. Как выбирается сечение проводника, отвечающее условию термической стойкости при коротких замыканиях, если нагрузка проводника до КЗ была близка к продолжительно допустимой нагрузке?
56. По какой формуле определяется время апериодической составляющей при проверке на термически стойкое к токам короткого замыкания сечение кабеля?
57. Чем характеризуется электродинамическая стойкость высоковольтных электрических аппаратов в зависимости от их типа?
58. Каковы полные условия проверки высоковольтных выключателей?
59. Какие режимы являются специфическими для коммутационных аппаратов?
60. Каковы условия проверки высоковольтных выключателей на термическую стойкость?
61. Как определяется нормированное процентное содержание апериодической составляющей номинального тока отключения коммутационного аппарата?

### **Вопросы промежуточной аттестации**

Восьмой семестр (Экзамен, ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-11)

1. Основные типы электроприемников.

2. Определение энергетической и электрической системы.
3. Схемы электроэнергетической системы.
4. Типы электрических станций, характеристика, режимы работы.
5. Режимы работы энергосистемы.
6. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Последствия нарушения баланса.
7. Назначение УРП, ГПП, ПГВ, РП, ЦТП. Какие мощности и напряжения применяются на данных подстанциях.
8. Характеристика основных режимов работы СЭС.
9. Определение графиков нагрузки и классификация.
10. Показатели, характеризующие потребителей электроэнергии.
11. Методы определения расчетных нагрузок. Краткая характеристика.
12. Методика определения расчетных электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников и коэффициента максимума.
13. Определение центра электрических нагрузок.
14. Уровни СЭС.
15. Основные типы опор ВЛЭП, их назначение.
16. Маркировка и способы прокладки изолированных проводов.
17. Маркировка и способы прокладки кабелей.
18. Конструкция и назначение магистральных и распределительных винопроводов, способы прокладки.
19. Выбор схемы электрической сети
20. Схемы цеховой электрической сети. Их достоинства и недостатки.
21. Классификация сетей в зависимости от режима нейтрали. Влияние режим нейтрали на работу электрической сети
22. Схемы нейтрали системы ТТ, TN-C, TN-S.
23. Схемы нейтрали системы IT, область применения, достоинства и недостатки.
24. Выбор типа, числа и мощности цеховых трансформаторов.
25. Источники реактивной мощности в энергосистеме и в СЭС.
26. Назначение, принцип работы, достоинства и недостатки синхронных двигателей и конденсаторных батарей.
27. Определение типа и мощности компенсирующего устройства.
28. Распределение компенсирующих устройств в электрической сети.
29. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных батарей.
30. Причины, виды и механизм протекания токов короткого замыкания.
31. Определение периодической и аperiodической составляющей тока короткого замыкания, ударный ток.
32. Назначение и порядок расчета трехфазного ТКЗ.
33. Схема замещения расчетной установки.
34. Методика расчета периодической составляющей трехфазного ТКЗ произвольный момент времени.
35. Каким образом производится учет подпитки от электродвигателей.
36. Метод симметричных составляющих.
37. Определение сопротивлений различных последовательностей.
38. Методы ограничения ТКЗ.

39. Конструкция, принцип действия, характеристики предохранителей, достоинства и недостатки.
40. Выбор предохранителя и плавкой вставки.
41. Конструкция, принцип действия, характеристики автоматических выключателей.
42. Типы расцепителей автоматических выключателей.
43. Выбор автоматических выключателей.
44. Основные понятия о релейной защите, требования предъявляемые к ней.
45. Типы релейной защиты и автоматики применяемые в СЭС.
46. Определение отклонения и колебания напряжения, пределы изменения.
47. Определение отклонения и колебания частоты, пределы изменения.
48. Влияние несимметрии и несинусоидальности напряжения на работу электрической сети.
49. Методы устранения несимметрии и несинусоидальности напряжения.
50. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с двумя трансформаторами.
51. Краткая характеристика аппаратов распределительных устройств и подстанций и методика их выбора.
52. Выбор типа и числа трансформаторов на подстанции.
53. Схема с 2-мя системами сборных шин, принцип работы, достоинства и недостатки.
54. Требования к РУ. Области их применения.
55. Схемы мостиков, принцип работы, достоинства и недостатки.
56. Схема с одной секционированной системой сборных шин, принцип работы, достоинства и недостатки.
57. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с одним трансформатором, принцип работы, достоинства и недостатки.
58. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с двумя трансформаторами, принцип работы, достоинства и недостатки.
59. Схемы проходных подстанций.
60. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях различного назначения
61. Компоновка и конструкции РУ и подстанций.
62. Выбор номинальных напряжений ЛЭП.
63. Выбор сечения проводов ЛЭП.
64. Проверка элементов СЭС на электродинамическую устойчивость.
65. Выбор и проверка электрооборудования.

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

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

#### **4.1.1 Модуль 1:**

### **РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

1. Определение числа и мощности силовых трансформаторов ЦТП.
2. Определение мощности цеховых трансформаторных подстанций, определение коэффициента загрузки и числа цеховых трансформаторных подстанций.
3. Применение упрощенных моделей проектирования СЭС, методы выбора номинальной мощности силовых трансформаторов, выбор типа трансформатора, расчет электрических нагрузок в сетях напряжением до 1 кВ, особенности расчета электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ, расчет электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ методом коэффициента спроса.
4. Радиальная схема системы электроснабжения агропромышленного предприятия, магистральные схемы внутривозовского электроснабжения.
5. Компенсация реактивной мощности в сети напряжением до 1 кВ. соотношение стоимости комплектной трансформаторной подстанции и стоимости компенсирующих устройств в сети напряжением до 1 кВ, последовательность расчета мощности батарей конденсаторов.
6. Минимальное количество цеховых трансформаторов, максимальное количество цеховых трансформаторов, последовательность определения экономически оптимального числа трансформаторов.
7. Суммарная мощность компенсирующих устройств.
8. Устройства для компенсации реактивной мощности в сетях с обычными нагрузками, устройства для компенсации реактивной мощности в сетях со специфическими нагрузками.
9. Годовой расход активной и реактивной энергии, потребляемой агропромышленным предприятием, математическое ожидание расчетной активной мощности

#### **4.1.2 Модуль 2:**

### **ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

1. Условия определения номинальной мощности трансформаторов на предварительной стадии проектирования, типы трансформаторов ГПП, выбор группы и схемы соединения обмоток трансформаторов, преимущества и недостатки трансформаторов с масляно-водяным охлаждением с принудительной циркуляцией масла и воды.
2. Подходы в практике проектирования и решения задач оптимизации – построения рациональных СЭС, особенности статического и динамического подхода проектирования рациональных СЭС, определение центра электрических нагрузок на ситуационном плане агропромышленного предприятия, выбор типа и места расположения подстанций.
3. Выбор напряжения питающих и распределительных сетей, режимы нейтрали, выбор напряжения распределительных сетей.

#### **4.1.3 Модуль 3:**

### **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ**

1. Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным током КЗ, механическая

прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах.

2. Нагрев длительным расчетным или рабочим током, выбор экономически целесообразного сечения, нагрев кратковременным током КЗ, механическая прочность, коронирование, потери напряжения в нормальном и послеаварийном режимах.

#### **4.1.4 Модуль 4:**

### **РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

1. Назначение расчетов токов короткого замыкания, виды КЗ, требования и допущения к расчетам ТКЗ.
2. Порядок расчета токов при симметричном коротком замыкании, методы преобразования схем замещения.
3. Представление параметров элементов схем замещения в относительных единицах,
4. Расчет трехфазного ТКЗ.
5. Расчет ТКЗ в произвольный момент времени, методы расчета ТКЗ в произвольный момент времени.
6. Расчет токов несимметричных ТКЗ, особенности расчетной схемы замещения обратной и нулевой последовательности, порядок расчета для несимметричных ТКЗ, основные допущения для математического анализа составляющих несимметричных токов КЗ.

#### **4.1.5 Модуль 5:**

### **ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС**

1. Условия выбора высоковольтных выключатели, элегазовые выключатели, разъединители.
2. Комплектные распределительные устройства 6–10 кВ внутренней установки серии К-63, состав КРУ, Ячейки КРУ серии К-66 и камеры КСО-2СЭЩ
3. Компенсация реактивной мощности сети напряжением до 1 кВ, высоковольтные установки КРМ.
4. Проверка электрооборудования на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на термическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на электрическую стойкость при коротких замыканиях, проверка электрических аппаратов на коммутационную способность.

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

#### **4.2.1 Модуль 1:**

### **РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.**

1. Какая исходная информация необходима для окончательного выбора схемы питающей сети?

2. Какие расчеты выполняются после выбора проводов, кабелей и шин, выполнения чертежей, схем распределительных и питающих сетей, разводки кабелей и др.?
3. Как и в какой последовательности происходит расчет электрических нагрузок при восходящем проектировании системы электроснабжения?
4. Какой дополнительный расчет электрических нагрузок выполняется на стадиях технического проекта и рабочая документация?
5. Какая исходная информация необходима для окончательного выбора схемы питающей сети?
6. Какие расчеты выполняются после выбора проводов, кабелей и шин, выполнения чертежей, схем распределительных и питающих сетей, разводки кабелей и др.?
7. Как и в какой последовательности происходит расчет электрических нагрузок при восходящем проектировании системы электроснабжения?
8. Какой дополнительный расчет электрических нагрузок выполняется на стадиях технического проекта и рабочая документация?
9. Чему равна расчетная активная (реактивная) мощность для одиночных ЭП?
10. Чему равна расчетная активная (реактивная) мощность для одиночных электроприемников повторно-кратковременного режима?
11. Как определяется эффективное число электроприемников при расчете электрических нагрузок в сети напряжением выше 1 кВ?
12. Какие факторы влияют на определение значения коэффициента одновременности в методике коэффициента расчетной активной мощности?
13. В каких случаях расчет электрических нагрузок целесообразно вести методом коэффициента спроса?
14. По каким графикам электропотребления обычно определяется коэффициент спроса?

#### 4.2.2 Модуль 2:

### ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

1. Как определяется эффективное число электроприемников при расчете электрических нагрузок в сети напряжением выше 1 кВ?
2. Какие факторы влияют на определение значения коэффициента одновременности в методике коэффициента расчетной активной мощности?
3. В каких случаях расчет электрических нагрузок целесообразно вести методом коэффициента спроса?
4. По каким графикам электропотребления обычно определяется коэффициент спроса?
5. На основе каких технических условий осуществляется проектирование ГПП с высшим напряжением 35-220 кВ?
6. По каким условиям уточняется намеченное место расположения ГПП?
7. В каких случаях возможна установка более двух трансформаторов на ГПП?
8. По какому условию определяется номинальная мощность трансформаторов ГПП на предварительной стадии проектирования?
9. Каковы преимущества силовых трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения?

10. Как следует выбирать группу и схему соединения обмоток трансформаторов?
11. Как связана мощность трансформатора и интенсивность его системы охлаждения?
12. Что представляет собой картограмма нагрузок?
13. Как находится в прямоугольной системе координатных осей условный ЦЭН?
14. Какие факторы обуславливают наличие в расчетах ЦЭН третьей координаты?
15. Почему одну из обмоток силового трансформатора соединяют в звезду, а другую – в треугольник?
16. В чем преимущества и недостатки трансформаторов с масляно-водяным охлаждением с принудительной циркуляцией масла и воды?
17. Почему центр электрических нагрузок не совпадает с центром тяжести фигуры цеха на плане?
18. В чем особенность статического подхода проектирования рациональных СЭС?
19. Какая аналитическая зависимость при проведении расчетов на ЭВМ позволяет рассчитать экономическую плотность с большей точностью, чем дают нормативные табличные значения?
20. Как проводят выбор сечения жил КЛ по механической прочности?
21. Какое ближайшее сечение проводов ВЛ и жил кабелей КЛ выбирают, определяя сечения по потери напряжения?
22. Какой ток принимают для проводов ВЛ в качестве расчетного по условиям нагрева при независимых параллельно работающих линиях?
23. Исходя из каких значений токов участков, имеющих промежуточные отборы мощности, следует руководствоваться при выборе по экономической плотности тока сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?

#### 4.2.3 Модуль 3:

#### **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ**

1. Как для КЛ решен вопрос выбора сечения по условиям короны для каждого стандартного напряжения?
2. Какой величины допускается выбирать ток расчетного сечения проводов ВЛ по условиям нагрева?
3. Какими дополнениями ПУЭ необходимо руководствоваться при выборе по экономической плотности тока сечения проводов ВЛ и жил кабелей КЛ?
4. Каким принимается сечение проводов ВЛ, рассчитываемых по экономической плотности тока, на ответвлениях длиной более 1 км?
5. Как влияет на коронный разряд увеличение радиуса кривизны провода ВЛ?
6. На сколько процентов увеличивается в расчетах по потери напряжения активное сопротивление провода ВЛ при 50%-й токовой перегрузке?
7. На какое время допускается кратковременная перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных?
8. На какую величину допускается перегрузка кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией при ликвидации послеаварийного режима?



9. Какой материал среди пластмассовых изолирующих веществ является сегодня наиболее предпочтительным для кабелей ввиду его хороших диэлектрических свойств и большого запаса термической стойкости?
10. Как минимальное табличное сечение кабеля проверяется на наличие коронного разряда?

#### **4.2.4 Модуль 4:**

#### **РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

1. По какой формуле определяется ударный коэффициент тока КЗ?
2. Какой метод лежит в основе расчетов токов несимметричных КЗ?
3. Какие особенности схем соединения силовых трансформаторов необходимо учесть при составлении схем замещения для расчета несимметричных ТКЗ?
4. Каковы причины необходимости расчета ТКЗ в произвольный момент времени?
5. Какие допущения используются для упрощения математического анализа составляющих несимметричных токов КЗ?
6. Какие элементы расчетной схемы содержит схема замещения обратной последовательности?
7. Каковы особенности расчетной схемы замещения обратной и нулевой последовательности?
8. Какие значения базисных условий следует выбирать для практических расчетов?
9. Что учитывается при расчете ударного тока КЗ?
10. Какие методы используются для упрощения вычисления ТКЗ в произвольный момент времени?
11. Какой порядок принимается для расчета несимметричных ТКЗ?
12. Какие элементы расчетной схемы содержит схема замещения нулевой последовательности?

#### **4.2.5 Модуль 5:**

#### **ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС**

1. В зависимости от каких факторов определяется время периодической составляющей при проверке на термически стойкое к токам КЗ сечение кабеля?
2. От чего зависит допустимое значение интеграла Джоуля для коммутационных аппаратов, проверяемых на термическую стойкость при КЗ?
3. Какой допустимый ток должны пропускать коммутационные аппараты во включенном положении?
4. Как определяется приведенное время короткого замыкания при проверке на термически стойкое к токам КЗ сечение кабеля?
5. Как вычисляется периодическая составляющая времени короткого замыкания при длительности срабатывания релейной защиты более 1 с?
6. Каковы специфические режимы работы коммутационных аппаратов?
7. В каких режимах коммутационные аппараты должны включать и отключать электрические цепи?
8. Как выбирается сечение проводника, отвечающее условию термической стойкости при коротких замыканиях, если нагрузка проводника до КЗ была близка к продолжительно допустимой нагрузке?
9. По какой формуле определяется время аperiodической составляющей при проверке на термически стойкое к токам короткого замыкания сечение кабеля?

10. Чем характеризуется электродинамическая стойкость высоковольтных электрических аппаратов в зависимости от их типа?

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

#### 4.3.1 Модуль 1:

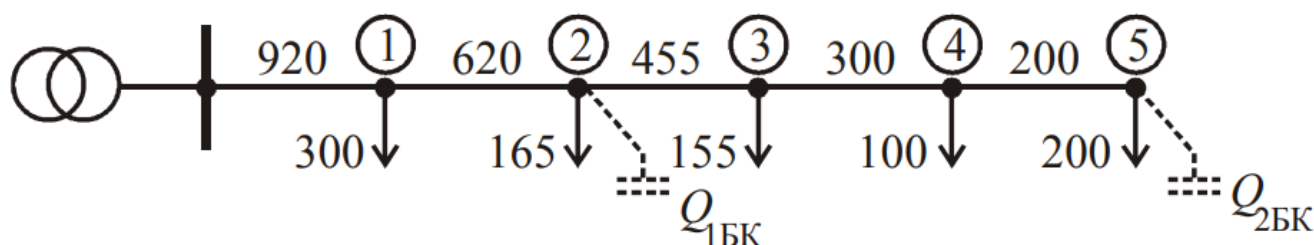
#### РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

1. Определить число и общую мощность батареи конденсаторов, включаемую в сеть последовательно и предназначенную для регулирования напряжения. В режиме максимальной нагрузки потери напряжения в сети должны быть снижены на 50%.

Напряжение сети 3 кВ. активное сопротивление сети  $R=4$  Ом. Реактивное сопротивление  $X_L=4$  Ом. Передаваемая по линии мощность  $P=100$  кВт. Коэффициент мощности нагрузки равен 0,8.

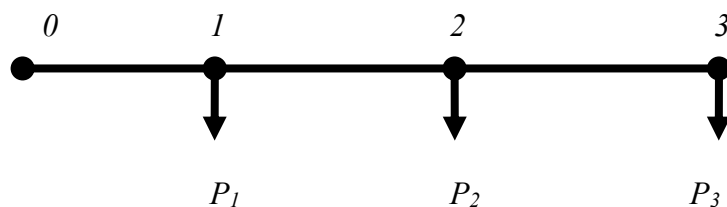
Проверить возможность использования конденсаторов, имеющих рабочее напряжение 600 В, мощность 8,5 кВАр, емкость 75 мкФ.

2. Определить место присоединения двух конденсаторных батарей напряжением до 1000 В к магистральному шинопроводу. Исходные данные: на шинопроводе ШМА-1600 реактивная нагрузка (в кВАр) до компенсации распределена в соответствии с рисунком. Суммарная реактивная нагрузка трансформатора составляет 920 кВАр. Расчетная суммарная мощность куплетных конденсаторных установок  $Q_{БК}=700$  кВАр (300 кВАр ближняя к трансформатору батарея и 400 кВАр - дальняя).



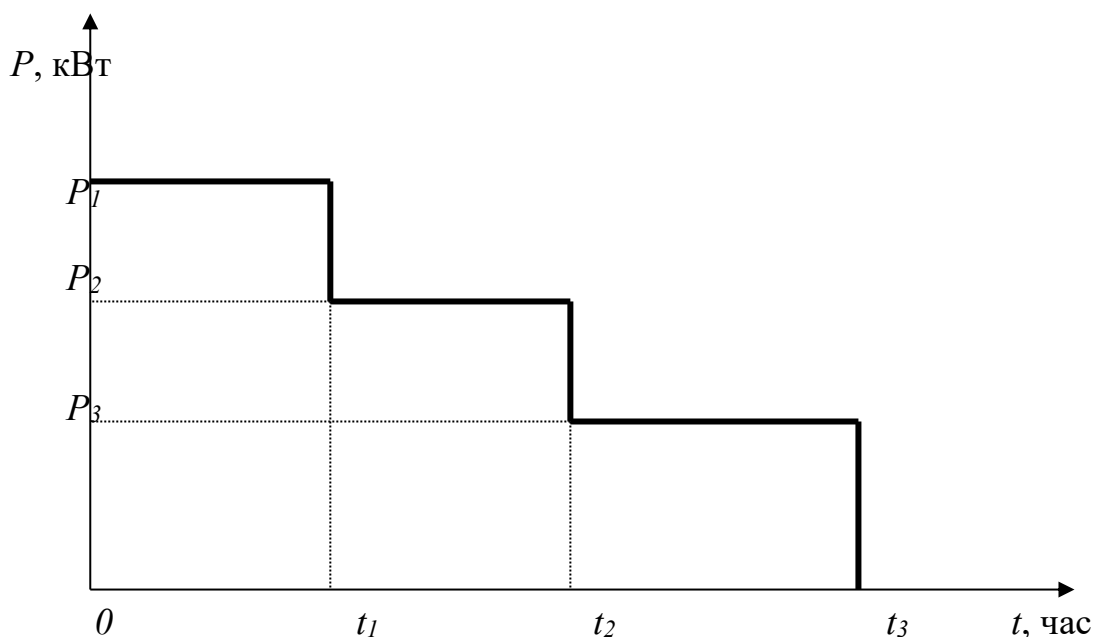
3. Определить суммарную расчетную мощность вечернего максимума нагрузки на участках ( $S_{0-1}$ ;  $S_{1-2}$ ;  $S_{2-3}$ ; кВА) воздушной линии напряжением 0,38 кВ для однородных потребителей. Результаты ответов округлить до десятых долей. Исходные данные вариантов заданий приведены в таблице:

Вечерний максимум нагрузки, кВт			Наименование потребителей	cosφ (вечер.)
P1	P2	P3		
105	45	75	Свинофермы откормочные на 4000, 6000 и 8000 голов	0,75



### 4.3.2 Модуль 2: ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

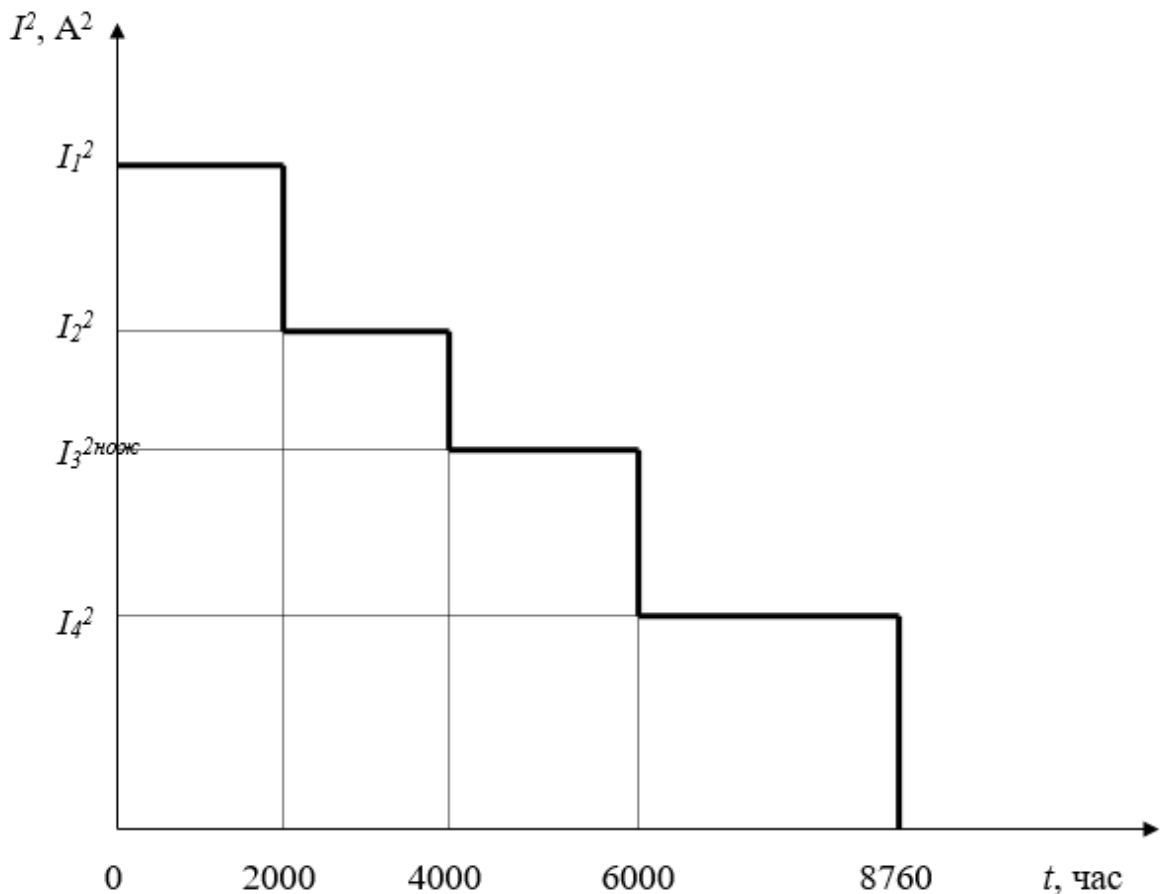
1. Задан годовой график активной нагрузки по продолжительности. По данному графику определить время ( $T$ ) использования максимальной нагрузки. Варианты заданий приведены в таблице.



Исходные данные для расчета времени использования максимальной нагрузки

№ зад.	Исходные данные					
	$P_1$ , кВт	$t_1$ , час	$P_2$ , кВт	$t_2$ , час	$P_3$ , кВт	$t_3$ , час
1	500	2100	125	4500	50	8760

2. Задан годовой график квадрата тока нагрузки по продолжительности. По данному графику определить время ( $\tau$ ) максимальных потерь с точностью до десятых долей часа. Варианты заданий приведены в таблице.



**Исходные данные для расчета времени максимальных потерь**

№ задания	Исходные данные			
	$I_1^2, A^2$	$I_2^2, A^2$	$I_3^2, A^2$	$I_4^2, A^2$
1	10000	1500	400	70

3. Определить годовые потери электрической энергии в трансформаторе, если известны: тип трансформатора и его номинальная мощность, потери холостого хода и короткого замыкания, максимальная мощность загрузки и время потерь годового графика нагрузки трансформатора. Результаты расчета округлить до десятых долей киловатт-часа. Исходные данные вариантов заданий представлены в таблице.

**Исходные данные для расчета годовых потерь электроэнергии в трансформаторе**

№ зад	Тип трансформатора	$\Delta P_x,$ кВт	$\Delta P_k,$ кВт	$S_{max},$ кВА	$\tau,$ час
1	ТМ-25/10	0,13	0,6	30	1100

4. Определить оптимальную надбавку трансформатора, допустимую потерю напряжения для ВЛ 0,38 кВ и построить таблицу отклонений напряжения для удаленной подстанции ТП2. Варианты заданий приведены в таблице.

**Исходные данные для выбора оптимальной надбавки трансформатора для удаленной ТП**

№ п/п	$U_{ш10}^{100}$	$U_{ш10}^{25}$	$\Delta U_{ВЛ10}^{100}$	$\Delta U_{ТР}^{100}$	$U_{уд.потр}^{100}$

1	+5	+1,5	-6	-4	-5

### 4.3.3 Модуль 3:

#### ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И ЖИЛ КАБЕЛЕЙ.

1. Рассчитать полное удельное индуктивное сопротивление ( $x_0$ ) проводов воздушной линии электропередачи. Результаты расчета округлить до тысячных долей. Исходные данные вариантов заданий представлены в таблице.

Исходные данные для расчета удельного индуктивного сопротивления

№ зад.	Марка провода	Диаметр провода, мм	Среднее геометрическое расстояние между проводами, мм	Магнитная проницаемость, о.е.
1	A16	5,1	400	1

2. Определить экономическое сечение проводов воздушной линии электропередачи, выполненной сталеалюминевыми проводами. Сечение проводов на участках линии разное. Коэффициент одновременности при суммировании нагрузок принять равным единице. Результаты расчетов округлить до десятых долей. По результатам расчетов выбрать стандартные сечения проводов. Исходные данные вариантов заданий приведены в таблице.

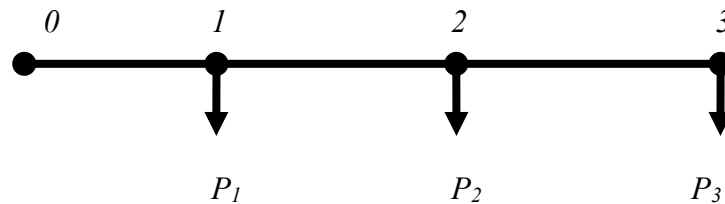


Рисунок к задаче

Исходные данные для расчета сечения проводов

№ зад.	$U_{ном}$ кВ	Нагрузки, кВт			$\cos \varphi$	$j_{жк}$ А/мм <sup>2</sup>
		$P_1$	$P_2$	$P_3$		
1	35	2800	880	2080	0,8	1,3

3. Определить экономическое сечение проводов ВЛ, выполненной сталеалюминевыми проводами. Сечение проводов на участках линии одинаковое. Коэффициент одновременности при суммировании нагрузок принять равным единице. Результаты расчетов округлить до десятых долей. По результатам расчетов выбрать стандартное сечение проводов. Исходные данные вариантов заданий приведены в таблице.

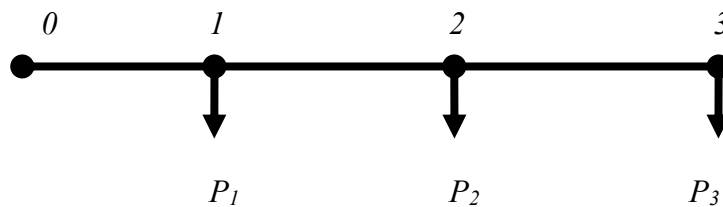


Рисунок к задаче

**Исходные данные для расчета сечения проводов**

№ зад	$U_{ном},$ кВ	Нагрузки, кВт			$\cos \varphi$	$j_{эк},$ А/мм <sup>2</sup>	Длины, км		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$			$L_{0-1}$	$L_{1-2}$	$L_{2-3}$
1	35	2800	880	2080	0,8	1,3	20	25	10

4. Для приведенной линии определить сечение провода по допустимой потере напряжения (при  $F=\text{const}$  вдоль линии) при задании нагрузки в виде мощности. Исходные данные вариантов заданий приведены в таблице.

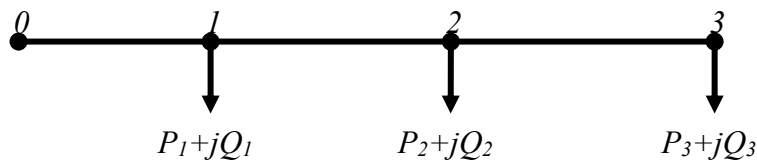


Рисунок к задаче

**Исходные данные для расчета сечения проводов**

№ зад.	$U_n,$ кВ	Нагрузка						Длина участков			$\Delta U_{доп}, \%$
		$P_1,$ кВт	$Q_1,$ квар	$P_2,$ кВт	$Q_2,$ квар	$P_3,$ кВт	$Q_3,$ квар	$l_{01},$ км	$l_{12},$ км	$l_{23},$ км	
1	35	30	20	25	18	20	15	7	8	9	0,7

5. Определить потери напряжения на участке четырехпроводной ВЛ 0,38 кВ с неравномерной нагрузкой фаз при соединении нагрузок в звезду. Варианты заданий для расчета приведены в таблице. В расчетах принять:  $x_0=0,4$  Ом/км; значения  $r_0$  взять из справочных таблиц [1]. Результаты расчетов потери напряжения округлить до сотых долей вольта.

**Исходные данные для расчета потери напряжения**

№ зад.	Марка Провода	Длина линии $l, м$	Нагрузки по фазам, А					
			фаза А		фаза В		фаза С	
			$I_a$	$I_p$	$I_a$	$I_p$	$I_a$	$I_p$
1	АС25/4,2	50	50	30	40	25	30	20

6. Определить потерю напряжения в проводах ВЛ. При суммировании нагрузок коэффициент одновременности принять равным единице. Результаты расчетов

округлить до десятых долей вольта и сотых долей процента. В расчетах принять  $x_0=0,4$  Ом/км;  $r_0$  брать по таблице приложения. Исходные данные вариантов заданий представлены в таблице.

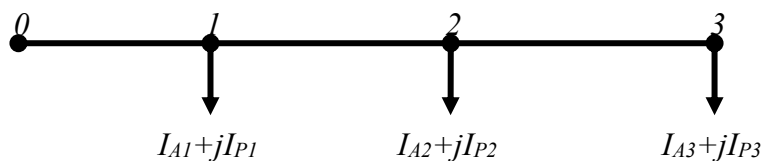


Рисунок к задаче

Исходные данные для расчета потери напряжения

№ зад.	U <sub>ном</sub> , кВ	Значения нагрузок в узлах линии					
		P <sub>1</sub> , кВт	Q <sub>1</sub> , квар	P <sub>2</sub> , кВт	Q <sub>2</sub> , квар	P <sub>3</sub> , кВт	Q <sub>3</sub> , квар
1	35	300	200	100	75	200	150

#### 4.3.4 Модуль 4:

#### РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

1. Для точек K1, K2 и K3 рассчитать методом относительных единиц значения токов при трехфазном коротком замыкании. Принять:  $U_{ном1} = 220$  кВ;  $U_{ном2} = 10$  кВ;  $S_{\delta} = 100$  МВА;  $U_{\delta 1} = 230$  кВ;  $U_{\delta 2} = 10,5$  кВ;  $x_0 = 0,4$  Ом/км. Трансформатор ТРДЦН: 220/11 кВ;  $u_k = 12\%$ .

Рассчитанные значения токов трехфазного короткого замыкания  $I_{K1}^{(3)}, I_{K2}^{(3)}, I_{K3}^{(3)}$  округлить до сотых долей килоампера (кА). Исходные данные для расчета приведены в табл..

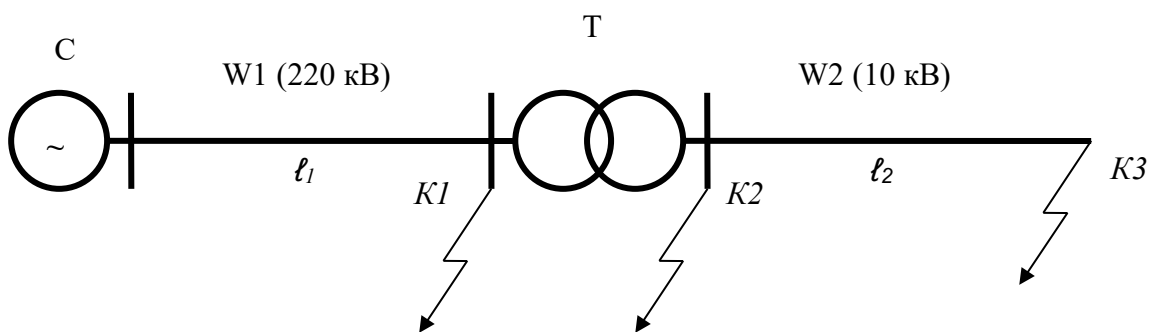


Рисунок к задаче

Исходные данные для расчета токов трехфазного короткого замыкания

№ зад.	S <sub>с</sub> , МВА	F (W1)	l <sub>1</sub> (W1), км	S <sub>Т</sub> , МВА	F (W2)	l <sub>2</sub> (W2), км
1	100	АС120/27	10	40	АС50/8,0	1

2. Определить величину однофазного тока короткого замыкания  $I_K^{(1)}$  в конце ВЛ 0,38 кВ. Принять  $X_{0n} = 0,6$  Ом/км. Результаты расчета тока короткого замыкания

округлить до десятых долей ампера. Исходные данные вариантов заданий приведены в таблице.

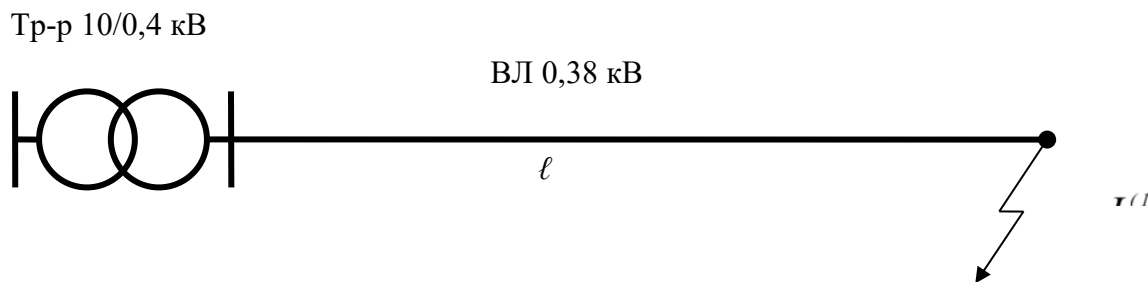


Рисунок к задаче

**Исходные данные для расчета токов однофазного короткого замыкания**

№ зад.	Тип трансформатора ТП 10/0,4 кВ	ВЛ 0,38 кВ	
		Марка провода	Длина линии, м
1	ТМ 16/10	4 А25	30

3. Определить ток замыкания на землю для воздушной и кабельной линии. Исходные данные приведены в таблице. Результаты расчета округлить до сотых долей ампера для ВЛ и до десятых долей ампера для КЛ.

**Исходные данные для расчета токов замыкания на землю**

№ зад.	$U$ (возд.) кВ	$U$ (каб.) кВ	$l$ (возд.) км	$l$ (каб.) км
1	6	10	10,5	0,5

**4.3.5 Модуль 5:**

**ВЫБОР ОСНОВНОГО И КОММУТАЦИОННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЭС.**

1. Выбрать номинальный ток плавкой вставки предохранителей для питания щита 0,38 кВ, к которому подключены двигатели мощностью  $P_1, P_2, P_3$  и  $P_4$ , имеющие кратность пускового тока  $K_n$ , коэффициент загрузки  $K_z=1$ . КПД и  $\cos \varphi$  всех двигателей одинаковы. Коэффициент одновременности  $m=0,9$ . Условия пуска двигателей нормальные ( $\alpha=2,5$ ). Результаты расчета токов округлить до десятых долей ампера.

Исходные данные вариантов заданий представлены в таблице.

**Исходные данные для расчета номинального тока плавкой вставки предохранителей**

№ зад.	Параметры двигателей						
	$P_1$ , кВт	$P_2$ , кВт	$P_3$ , кВт	$P_4$ , кВт	$K_n$ , о.е.	$\cos \varphi$ , о.е.	КПД, о.е.
1	5	7	9	11	3	0,7	0,75

**Примеры экзаменационных билетов**

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Кафедра «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение»

Экзаменационный билет №1

по дисциплине Проектирование систем электроснабжения

1. Схемы электроэнергетической системы.



*2. Назначение, принцип работы, достоинства и недостатки синхронных двигателей и конденсаторных батарей.*

*3. Задача.*

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры  
Заведующий кафедрой

Л.А. Пантелеева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА  
Кафедра «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение»  
**Экзаменационный билет №2**  
**по дисциплине Проектирование систем электроснабжения**

*1. Методика расчета периодической составляющей трехфазного ТКЗ произвольный момент времени.*

*2. Выбор типа и числа трансформаторов на подстанции.*

*3. Задача.*

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры  
Заведующий кафедрой

Л.А. Пантелеева

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

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.

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

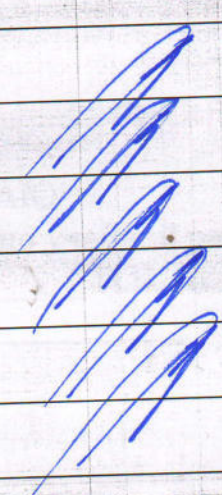
Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов,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

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	27-32, 27	27.09.2018 Протокол №2	
2	18, 27-32	20.09.2019 Протокол №2	
3	27-32, 48-79	29.09.2020 Протокол №2	
4	27-32	20.11.2020 Протокол №5	
5	77-79	31.08.2021 Протокол №1	
6			