

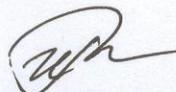


Автор рабочей программы  
профессор, д.т.н.

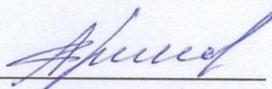
 С. Н. Иванов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

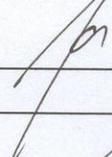
Заведующий кафедрой  
«Электромеханика»

 А.В. Сериков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

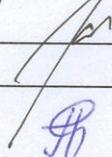
Руководитель образовательной  
программы «Строительство  
уникальных зданий и сооружений»

 Ю.Н. Чудинов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
«Строительство и архитектура»

 Е.О. Сысоев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Декан факультета кадастра и  
строительства

 О.Е. Сысоев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Начальник учебно-методического  
управления

 Е.Е. Поздеева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Электроснабжение» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1030 от 11.08.2016, основной образовательной программы подготовки специалистов по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Практическая подготовка реализуется на основе профессионального стандарта 10.003 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ». Обобщенная трудовая функция: А. Проведение прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

## 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Электроснабжение						
Цели дисциплины	- формирование знаний нормативной базы в области проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования; - приобретение умений пользоваться нормативной базой и современными методиками в области проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования; - развитие навыков работы с нормативной базой в области проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования						
Задачи дисциплины	- приобретение знаний о назначении, комплектации нормативной базы в области проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования; - развитие способности анализа и синтеза нормативной базы в области и применения современных методик проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования						
Основные разделы дисциплины	1. Общие вопросы электроснабжения. 2. Основное электрооборудование уникальных зданий и сооружений. 3. Наружные электрические сети. 4. Внутренние электрические сети.						
Общая трудоемкость дисциплины	3з.е. /108 академических часов						
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч			СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы			
	8	-	48	-	60	-	108
ИТОГО:	-	48	-	60	-	108	

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Электроснабжение» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
<b>ПК-1</b> Владение знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	<b>З1(ПК-1-6)</b> Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования	<b>У1(ПК-1-6)</b> Умение пользоваться нормативной базой в области инженерных изысканий, современными методиками проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования	<b>Н1(ПК-1-6)</b> Навыки работы с нормативной базой в области инженерных изысканий, проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроснабжение» изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока Б1.Б 48 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-1 при изучении дисциплин «Архитектура» (ПК-1.2, 1.3 в 4,5 семестрах), «Архитектура промышленных зданий» (ПК-1.4 в 6 семестре) и «Железобетонные и каменные конструкции» (ПК-1.4, ПК-1.5 в 6, 7 семестрах).

Дисциплина «Электроснабжение» является основой для успешного освоения дисциплин «Основы техники возведения зданий и специальных сооружений» (9 семестр), «Эксплуатация и реконструкция сооружений» (10 семестр) и прохождения государственной итоговой аттестации.

Дисциплина «Электроснабжение» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется в рамках проведения практических занятий.

Дисциплина «Электроснабжение» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль для дисциплины «Электроснабжение» проводится в виде тестирования. Тестовые вопросы представлены в приложении А.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	-
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	48*
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся	-

\* 4 часа реализуется в форме практической подготовки

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Раздел 1 Общие вопросы электроснабжения</b>					
Источники электроэнергии. Энергосистема.	Практическое занятие	2	Интерактивная (презентация) -2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Выбор схемы производства, передачи и распределения электрической энергии	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6)
Общие схемы систем производства, передачи и распределения электрической энергии	Самостоятельная работа (подготовка к практическому занятию)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Качество электроэнергии и надежность электроснабжения.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Обоснование структурных схем надежности систем электроснабжения	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
Структурные схемы надежности систем электроснабжения	Самостоятельная работа (подготовка к практическому занятию)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Показатели надежности систем электроснабжения	Самостоятельная работа (изучение теоретических разделов дисциплины)	2	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Общие вопросы электроснабжения	Самостоятельная работа (подготовка к текущему контролю по 1 разделу)	3	Повторение учебного материала по конспектам лекций, электронных	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)

			материалов, закрепление методик решения задач		
	Текущий контроль по 1 разделу		Тестирование	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
<b>ИТОГО по разделу 1</b>	Лекции	-	-	-	-
	Практические занятия	10	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	9	-	-	-
<b>Раздел 2. Основное электрооборудование высотных и большепролетных зданий и сооружений</b>					
Силовое электрооборудование	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Электрооборудование лифтов и насосов холодной и горячей воды	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6)
Типовые схемы электрооборудования уникальных зданий и сооружений	Самостоятельная работа обучающихся(подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Вводнораспределительные устройства, пускозащитная аппаратура.	Практическое занятие	4*	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Схемы насосов пожаротушения, электронагревательных установок.	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
Элементы схем насосов пожаротушения, электронагревательных установок.	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Технические характеристики силового	Самостоятельная работа (изучение теоретических	2	Чтение основной и дополнительной литературы,	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)

электрооборудования	разделов дисциплины)		конспектирование		
Основное электрооборудование высотных и большепролетных зданий и сооружений	Самостоятельная работа (подготовка к текущему контролю по 2 разделу)	3	Повторение учебного материала по конспектам лекций, электронных материалов, закрепление методик решения задач	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
	Текущий контроль по 2 разделу		Тестирование	ПК-1-6	
<b>ИТОГО по разделу 2</b>	Лекции	-	-	-	-
	Практические занятия	12	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	9	-	-	-
<b>Раздел 3 Наружные электрические сети</b>					
Наружные электрические сети.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) – 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Определение месторасположения ТП.	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
Трансформаторные подстанции.	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Выбор мощности силовых трансформаторов на ТП.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Схемы подсоединения к ТП.	Практическое занятие	1	Традиционная	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
Электрические сети высокого напряжения.	Самостоятельная работа обучающихся(подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Оборудование наружных электрических сетей.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Выбор проводов и кабелей	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	31(ПК-1-6)

наружного электроснабжения сетей напряжением 380/220 В.					У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
	Самостоятельная работа обучающихся(подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Типы и марки проводов и кабелей наружного электроснабжения сетей напряжением 380/220 В.	Самостоятельная работа (изучение теоретических разделов дисциплины)	2	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Основные характеристики наружных электрических сетей	Самостоятельная работа (подготовка к текущему контролю по 3 разделу)	3	Повторение учебного материала по конспектам лекций, электронных материалов, закрепление методик решения задач	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
	Текущий контроль по 3 разделу		Тестирование	ПК-1-6	31(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
<b>ИТОГО по разделу 3</b>	Лекции	-	-	-	-
	Практические занятия	17	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	11	-	-	-
<b>Раздел 4 Внутренние электрические сети</b>					
Распределительные сети внутреннего электроснабжения и групповых сетей высотных и большепролетных зданий и сооружений.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) – 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	31(ПК-1-6)
Проектирование сети внутреннего электроснабжения высотного здания	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)

Структурные схемы сетей внутреннего электроснабжения высотного здания	Самостоятельная работа обучающихся(подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Организация учета энергии. Заземление и защитные меры электробезопасности.	Практическое занятие	4	Интерактивная (презентация) - 2 ч., традиционная – 2 ч.	ПК-1-6	З1(ПК-1-6)
Расчет УЗО и составление электрической схемы.	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-1-6	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
Расчет сетей, их выбор и прокладка, защита сетей (автоматические воздушные выключатели, УЗО).	Самостоятельная работа обучающихся(подготовка к практическим занятиям)	2	Изучение литературы, освоение электронных материалов по теме занятия	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
Расчет сечений питающих кабелей. Выбор защитных аппаратов.	Самостоятельная работа (изучение теоретических разделов дисциплины)	2	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
	Самостоятельная работа (подготовка к текущему контролю по 4 разделу)	5	Повторение учебного материала по конспектам лекций, электронных материалов, закрепление методик решения задач	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
	Текущий контроль по 4 разделу		Тестирование	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6)
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Лекции	-	-	-	-
	Практические занятия	12	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	8	-	-	-
Подготовка расчётно-графической работы «Проектирование системы электроснабжения	Самостоятельная работа	20	Изучение литературы, выполнение расчётов, техническое оформление	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)

высотного здания»					
<b>ИТОГО в 8 семестре</b>	<b>Лекции</b>	-	-	-	-
	<b>Практические занятия</b>	<b>48</b>	-	-	-
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>60</b>	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>		-	зачет	ПК-1-6	З1(ПК-1-6) У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>Лекции</b>	-	-	-	-
	<b>Практические занятия</b>	<b>48</b>	-	-	-
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>60</b>	-	-	-
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 16 часов					

\* реализуется в форме практической подготовки

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Электроснабжение», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка, оформление и защита расчётно-графической работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать учебно-методическое пособие:

1. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: Учебное пособие / Сибикин Ю.Д. - М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/486376>

2. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению : учеб.пособие / В.П. Шеховцов. - 3-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 136 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/933905>

График выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

### **Общие рекомендации по организации самостоятельной работы**

Целью самостоятельной работы студента является формирование умений и навыков самоорганизации своей образовательной деятельности.

Подготовку к практическому занятию каждый студент должен начать с ознакомления с планом занятия. План практического занятия отражает содержание темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы. Все новые понятия по изучаемой теме рекомендуется внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий, электронными информационными ресурсами, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний и умений, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Расчётно-графическая работа (РГР) предназначена для закрепления теоретических знаний и приобретения студентами практических навыков и приемов проектирования, эксплуатации, нахождения и устранения неисправностей в оптико-электронных средствах и системах.

Таблица 4 - Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов в 8 семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к практическим занятиям	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	<b>18</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	<b>8</b>
Подготовка к текущему контролю	-	0,5	1	1	-	0,5	1	1	-	0,5	1	1	-	0,5	1	1	<b>14</b>
Подготовка, оформление и защита РГР	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	<b>20</b>
<b>ИТОГО в 8 семестре</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>60</b>

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Показатели оценки</b>
<b>Общие вопросы электроснабжения</b> (Источники электроэнергии. Энергосистема. Качество электроэнергии и надежность электроснабжения.)	З1(ПК-1-6)	Тест №1 по разделу 1	Наличие знаний нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.
	У1(ПК-1-6) Н1(ПК-1-6)	РГР (задание 1)	Обладание умениями и навыками пользования нормативной базой в области инженерных изысканий, современными методиками проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.
<b>Основное электрооборудование высотных и большепролетных зданий и сооружений</b> (Силовое электрооборудование (электрооборудование лифтов, электродвигателей насосов холодной и горячей воды, насосов пожаротушения, электронагревательные установки и др.), осветительные приборы, реклама. Вводнораспределительные устройства, пускозащитная аппаратура.)	З1(ПК-1-6)	Тест №2 по разделу 2	Наличие знаний нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.
	У1(ПК-1-6)	РГР (задание 2)	Обладание умениями пользования нормативной базой в области инженерных изысканий, современными методиками проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.
	Н1(ПК-1-6)		Обладание навыками пользования нормативной базой в области инженерных изысканий, современными методиками проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.

Продолжение таблицы 5.

<p><b>Наружные электрические сети</b> (Электрические сети высокого напряжения. Трансформаторные подстанции. Выбор мощности силовых трансформаторов на ТП, определение месторасположения ТП. Выбор и прокладка проводов и кабелей наружного электроснабжения сетей напряжением 380/220 В. Расчет сечений питающих кабелей. Выбор защитных аппаратов.)</p>	31(ПК-1-6)	Тест №3 по разделу 3	Наличие знаний методов расчета инженерного оборудования систем электроснабжения высотных и большепролетных зданий и сооружений.
	У1(ПК-1-6)	РГР (задание 3)	Умение пользоваться методами расчета инженерного оборудования систем электроснабжения высотных и большепролетных зданий и сооружений.
	Н1(ПК-1-6)		Владение навыками расчетов инженерного оборудования систем электроснабжения высотных и большепролетных зданий и сооружений.
<p><b>Внутренние электрические сети</b> (Особенности распределительных сетей внутреннего электроснабжения и групповых сетей высотных и большепролетных зданий и сооружений. Расчет сетей, их выбор и прокладка, защита сетей (автоматические воздушные выключатели, УЗО). Организация учета энергии. Заземление и защитные меры электробезопасности.)</p>	31(ПК-1-6)	Тест №4 по разделу 4	Наличие знаний нормативной базы и методов расчета инженерного оборудования систем электроснабжения высотных и большепролетных зданий и сооружений.
	У1(ПК-1-6)	РГР (задание 4)	Обладание умениями пользования нормативной базой в области инженерных изысканий, современными методиками проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.
	У1(ПК-1-6)		Умение пользоваться методами расчета инженерного оборудования систем электроснабжения высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Промежуточная аттестация проводится в 8 семестре в форме зачета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i>				
1	Тест 1	4 <sup>я</sup> неделя	20 баллов	71-100% правильных ответов – 20 баллов; 51-70% правильных ответов – 15 баллов; 31-50% правильных ответов – 10 баллов; 1-30% правильных ответов – 5 баллов.
2	Тест 2	8 <sup>я</sup> неделя	20 баллов	
3	Тест 3	12 <sup>я</sup> неделя	20 баллов	
4	Тест 4	16 <sup>я</sup> неделя	20 баллов	
5	Расчётно-графическая работа (4 задания)	18 <sup>я</sup> неделя	5 баллов x 4 задания = 20 баллов	20 баллов – все задания выполнены без ошибок; 15 баллов – в одном задании допущена существенная ошибка, 3 задания выполнены верно; 10 баллов - два задания выполнены правильно; 5 баллов – только одно задание выполнено верно.
Текущий контроль		-	80 баллов	-
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 75 % от максимально возможной суммы баллов – «не зачтено» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине) – <b>0-75 баллов</b> ; 76 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено» <b>76 – 100 баллов</b> .				

## Тесты для текущего контроля

### Тест 1 «Общие вопросы электроснабжения»

1. Абонент энергоснабжающей организации:
  - а) потребитель электрической энергии, энергоустановки которого присоединены к сетям энергоснабжающей организации;
  - б) электростанции с заданной, практически постоянной мощностью в течение установленного интервала времени;
  - в) поставщик электрической энергии, у которого существует действующий договор на генерацию электроэнергии;
2. Нагрузка потребителей какой группы носит в большей степени сезонный характер:
  - а) промышленность; б) коммунально-бытовые потребители; в) жилые дома.
3. Какая величина не является показателем качества электроэнергии:
  - а) отклонение частоты; б) несинусоидальность формы кривой напряжения; в) коэффициент мощности; г) несимметрия 3-х фазной системы напряжения.
4. Наибольшая часть электроэнергии в России вырабатывается на электростанциях:
  - а) тепловых; б) атомных; в) гидравлических; г) ветровых.
5. Устройство, которое служит для преобразования электроэнергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения:
  - а) электродвигатель; б) трансформатор; в) генератор.
6. Допустимое отклонение напряжения у потребителей составляет:
  - а)  $\pm 2\%$ ; б)  $\pm 10\%$ ; в)  $\pm 5\%$ ; г)  $\pm 20\%$ .
7. Схема внешнего электроснабжения (220 кВ и выше) крупного агломерата должна включать:
  - а) не менее трех-четырёх питающих подстанций высокого напряжения;
  - а) не более трех питающих подстанций высокого напряжения;
  - а) не менее пяти питающих подстанций высокого напряжения.
8. Основные требования для предотвращения и оперативной ликвидации опасных последствий внезапного нарушения электроснабжения основных объектов городской инфраструктуры включают:
  - а) устойчивость (самозащита) объектов электроснабжения от кратковременных (от долей до нескольких секунд) погашений, вызванных работой автоматических и защитных устройств энергосистем;
  - б) обеспечение объектов источниками аварийного электроснабжения;
  - в) наличие готовых к работе передвижных электростанций, подстанций и резервных трансформаторов для использования их при крупных нарушениях электроснабжения и в иных чрезвычайных ситуациях.
9. Что обеспечивают органы местного управления городов, субъекты

электроэнергетики, потребители с целью предотвращения нарушения электроснабжения и ликвидации их последствий:

а) резервирование (с учетом внешнего и внутреннего электроснабжения) в размере не менее 10% от максимальной нагрузки, предусмотренной планами перспективного развития городского или производственного хозяйства;

б) разработку и реализацию в пределах компетенции планов по предотвращению в ликвидации нарушений электроснабжения города или промышленного объекта, а также прогнозирование рисков, сравнение их с приемлемым уровнем и обоснование мер для их (рисков) снижения (предупреждения и/или смягчения негативных последствий аварий);

в) обучение оперативного и ремонтного персонала коммунальных служб городского хозяйства и специализированных организаций, выполняющих на договорных условиях обслуживание различных видов энергетического оборудования;

г) подготовку схем и средств оповещения и информирования населения и организаций.

10. Основными задачами электроснабжения являются:

а) обеспечение высокой надежности больших населенных и промышленных агломераций на базе мероприятий правового, организационного, технического и экономического характера;

б) организация системы электроснабжения на принципах резервирования, взаимозаменяемости элементов и текущего мониторинга их состояния;

в) централизация оперативного управления электроснабжением, концентрация усилий всех городских или производственных служб для предотвращения в ликвидации нарушений нормального энергоснабжения потребителей;

г) защита от различных возмущений: расчетных, каскадных, множественных, форс-мажорных техногенного, природного или социального характера.

## **Тест 2 «Основное электрооборудование высотных и большепролетных зданий и сооружений»**

1. Автоматический выключатель:

а) выключатель, предназначенный для автоматической коммутации электрической цепи;

б) электрический аппарат, служащий для создания видимого разрыва электрической цепи;

в) электрический аппарат, обеспечивающий повышение эффективности системы электроснабжения.

2. Асинхронный двигатель:

а) асинхронная машина, работающая в режиме выработки

электроэнергии;

б) асинхронная машина, работающая в режиме потребления электроэнергии;

в) асинхронная машина, работающая в режиме компенсации реактивной мощности;

3. Безопасный разделительный трансформатор:

а) разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизким безопасным напряжением;

б) трансформатор, расположенный во вводном устройстве в запирающемся щитке, укрепленном на наружной стене.

4. Для отключения токов нагрузки используют:

а) отделитель; б) разъединитель; в) выключатель; г) короткозамыкатель.

5. Для отключения токов к.з. используют:

а) отделитель; б) разъединитель; в) выключатель; г) короткозамыкатель.

6. Для включения и отключения цепи без тока, а также для создания видимого разрыва используют:

а) отделитель; б) разъединитель; в) выключатель; г) короткозамыкатель.

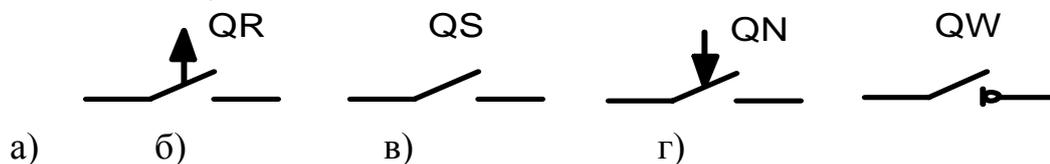
8. От наведенных перенапряжений воздушные линии защищают:

а) выключатели; б) разрядники; в) трансформаторы тока; г) разъединители.

9. От наведенных перенапряжений оборудование подстанций защищают:

а) выключатели; б) короткозамыкатели; в) разрядники; г) разъединители.

10. Укажите условное обозначение отделителя на схемах:



### Тест 3 «Наружные электрические сети»

1. Вводно-распределительное устройство:

а) совокупность конструкций, аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе питающей линии в здание или в его обособленную часть, а также на отходящих от него линиях;

б) ввод питающей линии в здание или в его обособленную часть;

в) часть магистрали, используемая для распределения электроэнергии между отдельными потребителями.

2. Какие опоры линии электропередач в нормальном режиме работы испытывают минимальные горизонтальные механические нагрузки:

а) анкерные;      б) промежуточные;      в) концевые;      г) угловые.

3. Величина сечения проводов электропередачи в большей степени влияет на:

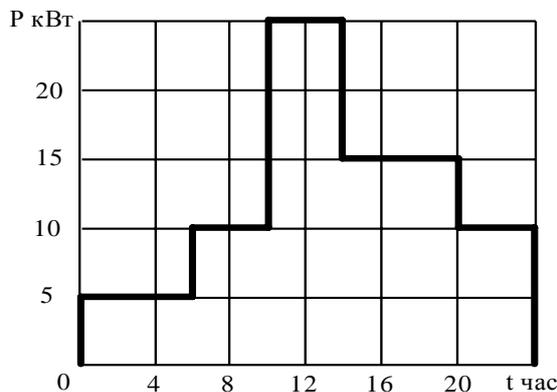
а) активное сопротивление;      б) индуктивное сопротивление;

в) емкостную проводимость;      г) зарядную мощность.

4. На воздушных линиях ВЛ–0,4 кВ используются изоляторы:  
а) опорно-стержневые; б) подвесные тарельчатые; в) штыревые; г) проходные.

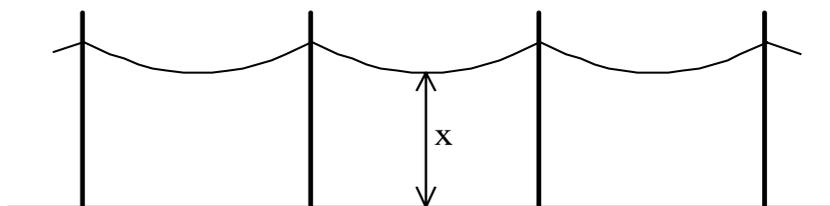
5. На линиях ВЛ–35; 110; 220 кВ используются изоляторы:  
а) опорно-стержневые; б) подвесные тарельчатые; в) штыревые; г) проходные.

6. По графику нагрузки суточное потребление электроэнергии составляет:



а) 300 кВт×ч; б) 480 кВт×ч; в) 240 кВт×ч; г) 360 кВт×ч

7. Размер X для воздушной линии называется:



а) стрела провеса; б) габарит линии; в) пролет линии; г) анкерный пролет.

8. Запишите выражение для расчета среднеквадратичной мощности, если  $P_i \Delta t_i$  - нагрузка и длительность  $i$ -ой ступени графика нагрузки.

9. Государственная политика в области проведения энергетических обследований включает:

а) саморегулирование и членство в саморегулируемых организациях в области проведения энергетического обследования как основание для осуществления соответствующего вида деятельности;

б) обязательность и регулярность проведения энергетических обследований в бюджетной сфере, для крупных потребителей энергетических ресурсов, регулируемых организаций и организаций топливно-энергетического комплекса;

в) унификация требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, а также к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации;

г) сбор, обработка, систематизация, анализ, использование данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных энергетических обследований, а также данных энергетических паспортов, составленных по результатам добровольных энергетических обследований.

10. Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности предполагает:

а) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;

б) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

в) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;

г) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

д) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

#### **Тест 4 «Внутренние электрические сети»**

1. Главная цепь низковольтного комплектного устройства:

а) все токоведущие части НКУ, включенные в цепь, предназначенную для передачи электрической энергии;

б) совокупность низковольтных аппаратов, устройств управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования и т.п., смонтированных на единой конструкторской основе со всеми внутренними элементами и механическими соединениями и конструктивными элементами;

в) устройство регулирования, предназначенное для регулирования напряжения без перерыва нагрузки и без отключения обмоток трансформатора.

2. Шинопровод:

а) токоведущие элементы, расположенные в металлической оболочке, служащие для соединения главных цепей составных частей подстанции (КТП), состоящая из шкафов или блоков со встроенным в них трансформатором и другим оборудованием распределительного устройства, поставляемая в собранном или подготовленном для сборки виде в соответствии с электрической схемой соединения и конструктивным исполнением КТП;

б) совокупность проводников, выполненных из разнотипных материалов (например, алюминий-сталь);

в) мерный отрезок жесткого проводника, закрепленный на несущем основании на высоте более 15 м от уровня пола.

3. Для ввода в здания и сооружения используются изоляторы:

а) опорно-стержневые; б) подвесные тарельчатые; в) штыревые; г) проходные.

4. Встроенная подстанция:
- а) электрическая подстанция, занимающая часть жилого здания;
  - б) электрическая подстанция, расположенная в отдельно стоящем помещении;
  - в) электрическая подстанция, находящаяся в подчинении энергоснабжающей организации.
5. Для защиты отходящих линий 0,4 кВ на КТП при перегрузках и межфазных к.з. применяют:
- а) трубчатый разрядник; б) автоматический воздушный выключатель;
  - в) вентильный разрядник; г) трансформатор тока.
6. Для отключения цепи в безтоковую паузу применяют:
- а) предохранитель; б) короткозамыкатель; в) отделитель; г) выключатель;
7. Для ограничения токов короткого замыкания используют:
- а) реакторы; б) короткозамыкатели; в) отделители; г) выключатели.
8. Для понижения высокого напряжения до значений, удобных для измерительных приборов и реле, используют:
- а) трансформатор тока; б) трансформатор напряжения; г) переключатель без возбуждения
9. По показаниям счетчика на вводе в жилой дом месячное потребление энергии составило 250 кВт×ч. Средняя мощность при этом:
- а) 830 Вт; б) 250 Вт; в) 1040 Вт; г) 350 Вт.
- 10 Для измерения расхода электроэнергии в сети используют:
- а) амперметр; б) электросчетчик; в) ваттметр; г) вольтметр.

### **Задание для выполнения расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа заключается в изучении нормативно-технической документации и разработке системы электроснабжения высотного здания с использованием современных проектных методик.

Расчетно-графическая работа состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Анализ основных нормативно-технических документов нормативной базой в области инженерных изысканий, а также современных методик проектирования систем электроснабжения зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования.

Раздел 2. Обоснование и краткая характеристика используемой нормативной базы и методики проектирования системы электроснабжения высотного здания.

Раздел 3. Разработка схемы электроснабжения высотного здания.

Раздел 4. Расчет инженерного оборудования системы электроснабжения высотного здания (пример выполнения расчетной части РГР приведен в приложении Б).

Индивидуальный вариант задания формируется преподавателем вместе с обучающимся на первом практическом аудиторном занятии.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

1. Рашевская, М.А. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 415 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/939294.html>

2. Гордеев-Бургвиц, М.А. Общая электротехника и электроснабжение [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Гордеев-Бургвиц. - Электрон.текстовые данные. - М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. - 470 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65651.html>

3. Конюхова, Е.А. Электроснабжение [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Е.А. Конюхова. - Электрон.текстовые данные. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - 510 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33222.html>

### **8.2 Дополнительная литература**

4. Сундуков В.И. Общая электротехника и основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Сундуков. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. - 96 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73311.html>

5. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учеб. пособие / Г.Н. Ополева. - М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. - 416 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/953158.html>

6. Воронков, В.В. Электроснабжение строительных площадей [Электронный ресурс] : методические указания / В.В. Резниченко, Б.Н. Воронков. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 35 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33305.html>

7. Сивков, А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш. - Электрон. текстовые данные. - Томск: Томский политехнический университет, 2014. - 174 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694.html>

8. Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Васильченко [и др.]. - Белгород: БГТУ, ЭБС АСВ, 2011. - 243 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28351.html>.

7. Журнал «Ученые записки КнАГТУ».

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система – <http://www.znaniium.com/>.
3. Электронно-библиотечная система <http://www.iprbookshop.ru/>.
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>.
4. Официальный сайт <http://www1.fips.ru/>.

При осуществлении образовательного процесса рекомендуется использование информационно-справочной системы онлайн доступа к полному собранию технических нормативно-правовых актов РФ, аутентичному официальной базе <http://gostrf.com>. Все электронные копии представленных в ней документов могут распространяться без каких-либо ограничений.

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение дисциплине «Электроснабжение» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий. Самостоятельная работа включает: подготовку к практическим занятиям; изучение теоретических разделов дисциплины, выполнение расчётно-графической работы.

Таблица 7 - Методические указания к освоению дисциплины

Компонент учебного плана	Организация деятельности обучающихся
Самостоятельное изучение теоретических разделов дисциплины	В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины обучающиеся продолжают усвоение принципов действия оптоэлектронных средств. Обучающимися составляются краткие конспекты изученного материала. В ходе работы студенты учатся выделять главное, самостоятельно делать обобщающие выводы. Каждый конспект должен содержать план, основную часть (структурированную в соответствии с основными вопросами темы) и заключение, содержащее собственные выводы студента.
Лекционные занятия	В процессе проведения лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Рекомендуется избегать дословного записывания информации за преподавателем, а самостоятельно делать краткие формулировки основных положений лекционного материала. Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых

	<p>делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. В ходе лекции студенты могут задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Перед началом каждой лекции рекомендуется прочесть материал предыдущего лекционного занятия с целью установления взаимосвязей нового учебного материала с усвоенным ранее для формирования целостного видения изучаемой дисциплины.</p>
Практические занятия	<p>Основой для подготовки к практическому занятию является содержание лекционных занятий. Помимо этого для более глубокого понимания учебного материала необходимо использовать в процессе подготовки к занятиям учебную и учебно-методическую литературу. Показателем полноценной готовности студента к практическому занятию является способность самостоятельно излагать материал, приводить примеры выполнения проектируемых элементов опико-электронных средств.</p>
Расчётно-графическая работа	<p>Выполнение расчётно-графической работы предназначено для практического закрепления и расширения полученных теоретических знаний, дальнейшего развития практических умений и навыков, что в свою очередь способствует более успешному формированию указанной компетенции. Данный вид работы рекомендуется выполнять постепенно в течение семестра по мере изучения материала дисциплины. В качестве вспомогательного материала для выполнения расчётных заданий студенты могут воспользоваться примерами решения типовых задач. Исходные данные для расчётного задания, график выполнения, сроки сдачи и защиты каждым студентом согласуется с преподавателем, ведущим практические занятия. Работа оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к студенческим работам.</p>

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

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством

организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

В образовательном процессе используются следующее программное обеспечение и информационные справочные системы:

1. Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian.
2. Пакет прикладных программ Mathcad.

**12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Проектирование и эксплуатация оптико-электронных средств» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория 215-3	Лаборатория «Электроэнергетики»	Лабораторные стенды	Проведение практических занятий и изучение основных элементов систем электроснабжения

Тестовые вопросы для «входного» контроля знаний обучающихся по дисциплине «Электроснабжение»

1. В какой из перечисленных зависимостей находится сечение проводника обмотки возбуждения и величина подводимого к ней напряжения?  
 Ответы: а) прямо пропорциональной; б) квадратичной; в) обратно пропорциональной; г) обратно квадратичной.
2. Какой из указанных зависимостей связаны сила, действующая на проводник с неизменным током в магнитном поле, и величина магнитной индукции?  
 Ответы: а) прямо пропорциональной; б) квадратичной; в) обратно пропорциональной; г) обратно квадратичной.
3. Какими из перечисленных факторов определяется величина ЭДС, наводимая в контуре?  
 Ответы: а) величиной пронизывающего его магнитного потока; б) скоростью изменения магнитного потока; в) электрическим сопротивлением контура.
4. От каких из перечисленных факторов зависит величина потокосцепления?  
 Ответы: а) скорости изменения магнитного потока; б) числа витков обмотки; в) величины магнитного потока; г) числа витков обмотки и величины магнитного потока.
5. Какая топологическая матрица используется для записи первого закона Кирхгофа в матричном виде?  
 Ответы: а) матрица соединений; б) матрица сечений; в) матрица контуров.
6. Сколько ветвей связи содержит главный контур?  
 Ответы: а) одну; б) все; в) ни одной.
7. Чему равно число главных сечений?  
 Ответы: а) числу ветвей дерева; б) числу ветвей связи; в) числу ветвей графа.
8. Какая топологическая матрица используется для записи второго закона Кирхгофа в матричном виде?  
 Ответы: а) матрица соединений; б) матрица сечений; в) матрица контуров.
9. Какое из выражений соответствует мгновенному значению напряжения на зажимах конденсатора в цепи синусоидального тока?  
 Ответы: а)  $iR$ ; б)  $\frac{\int i dt}{C}$ ; в)  $L \frac{di}{dt}$ .
10. С какой из указанных частот изменяется мгновенная мощность в электрической цепи синусоидального тока по сравнению с частотой напряжения и тока?  
 Ответы: а) половинной; б) такой же; в) удвоенной; г) учетверенной.
11. Какая из указанных величин соответствует средней мощности за период в цепи синусоидального тока с активной нагрузкой, если амплитуды напряжения и тока соответственно равны 300 В и 5 А?  
 Ответы: а) 750 Вт; б) 1000 Вт; в) 1500 Вт; г) 500 Вт.
12. Какое из приведенных выражений соответствует закону изменения мгновенной мощности в электрической цепи синусоидального тока с индуктивной нагрузкой, если приложенное напряжение  $u = U_m \sin \omega t$ ?  
 Ответы: а)  $p = UI \cos \varphi - UI \cos(\omega t - \varphi)$ ; б)  $p = UI(1 - \cos 2\omega t)$ ; в)  $p = UI \sin 2\omega t$ ; г)  $p = -UI \sin 2\omega t$ .
13. Какое из выражений соответствует значению амплитуды мгновенной мощности в электрической цепи синусоидального тока с емкостью?  
 Ответы: а)  $UI$ ; б)  $2UI$ ; в)  $U_m I_m$ .

14. Какая из указанных величин соответствует значению реактивной мощности в цепи синусоидального тока с емкостью 159 мкФ, если действующее значение приложенного напряжения 200 В при частоте 50 Гц?

Ответы: а) 2000 ВАр; б) 1500 ВАр; в) 1000 ВАр; г) 500 ВАр.

15. Для какой из приведенных совокупностей неравенств ток в электрической цепи будет опережать приложенное к ней синусоидальное напряжение?

Ответы: а)  $R \neq 0, X_L \neq 0$ ; б)  $R \neq 0, X_L > X_C$ ; в)  $R \neq 0, X < 0$ ; г)  $R \neq 0, X > 0$ .

16. Какая из приведенных величин соответствует величине активной мощности, потребляемой электрической цепью синусоидального тока с последовательным соединением активного сопротивления 8 Ом и индуктивности 0,019 Гн, если действующее значение приложенного напряжения 100 В при частоте 50 Гц?

Ответы: а) 1000 Вт; б) 600 Вт; в) 500 Вт; г) 800 Вт.

17. Три конденсатора емкостью по 30 мкФ соединены треугольником. Какой из указанных емкостей нужно взять конденсаторы для получения эквивалентной электростатической цепи при соединении их трехлучевой звездой?

Ответы: а) 90 мкФ; б) 30 мкФ; в) 60 мкФ; г) 10 мкФ.

18. Какое из чисел соответствует отношению величины линейных ЭДС симметричной системы к величине фазных ЭДС при соединении обмоток генератора звездой?

Ответы: а) 1,41; б) 1,73; в) 2; г) 3.

19. Какая из указанных величин соответствует значению токов в трехфазной трехпроводной линии, нагруженной симметричной звездой сопротивлений по 10 Ом каждое, если численное значение линейных напряжений 380 В?

Ответы: а) 17,3 А; б) 22 А; в) 38 А; г) 66 А.

20. Какое из приведенных значений соответствует току в нейтральном проводе трехфазной четырехпроводной линии при обрыве одного линейного провода и одинаковой нагрузке двух оставшихся фаз током по 10 А ?

Ответы: а) 20 А; б) 10А; в) 0; г) 17,3 А.

Оценивание входных знаний обучающихся проводится по результатам письменного ответа на задание, включающее два вопроса из приведенного выше списка, сформированных по последней цифре номера зачетной книжки (первый вопрос равен номеру, второй соответствует номеру, увеличенному на 10).

Критерий оценивания: входной контроль пройден успешно при наличии удовлетворительных ответов не менее, чем на один вопрос.

**Пример выполнения раздела 4 РГР по дисциплине «Электроснабжение»**

Подстанция питает жилой 14-этажный дом с квартирами с электрическими плитами. Дом содержит: 108 квартир, 2 лифта, мощность 9 кВт, офис, общая площадь 1071,75 м<sup>2</sup>, подземный гараж, количество машиномест 333 шт. с удельной нагрузкой 500 Вт.

**1) Расчет нагрузки**

**1.1. Расчетная нагрузка жилого дома с квартирами с электрическими плитами**

**P<sub>кв</sub>, кВт:**

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot n_{кв},$$

где P<sub>кв.уд</sub> – удельная нагрузка электроприемников квартир, кВт/кв;

n<sub>кв</sub> – количество квартир, присоединенных к линии, кв.

$$P_{кв.уд} = 1 - \frac{1,5 - 1,36}{200 - 100} (200 - 108) = 1,49 \text{ кВт}$$

$$P_{кв} = 1,49 \cdot 108 = 160,79 \text{ кВт}$$

$$I_{кв} = \frac{P_{кв}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{160,79}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 249,28 \text{ А}$$

**1.2. Расчетная нагрузка линии питания лифтовых установок P<sub>л</sub>, кВт:**

$$P_{л} = K_{сл} \cdot \sum P_{ni},$$

где K<sub>сл</sub> – коэффициент спроса;

P<sub>ni</sub> – установленная мощность электродвигателя i-го лифта по паспорту, кВт.

$$P_{л} = 0,9 \cdot (9 + 9) = 16,2 \text{ кВт}$$

$$I_{л} = \frac{P_{л}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 37,86 \text{ А}$$

**1.3. Расчетная нагрузка офиса P<sub>оф.</sub>, кВт:**

$$P_{дисп} = P_{оф.уд} \cdot S_{оф},$$

где P<sub>оф.уд</sub> – удельная нагрузка офиса, кВт/м<sup>2</sup>;

S<sub>оф</sub> – площадь офиса, м<sup>2</sup>.

$$P_{оф.} = 0,054 \cdot 1071,75 = 57,87 \text{ кВт}$$

$$I_{оф.} = \frac{P_{оф.}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{57,87}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 103,44 \text{ А}$$

**1.4. Расчетная нагрузка гаража P<sub>гар</sub>, кВт:**

$$P_{гар} = P_{гар.уд} \cdot n \cdot k_{сп},$$

где P<sub>гар.уд</sub> – удельная нагрузка гаража, кВт/место;

n – количество мест, шт.

k<sub>сп</sub> = 0,35

$$P_{гар.} = 0,5 \cdot 333 \cdot 0,35 = 116,55 \text{ кВт}$$

$$I_{гар} = \frac{P_{гар}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{116,55}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 196,8 \text{ А}$$

Коэффициенты мощности взяты из СП-31-110-2003, таблица 6.12.

Из таблицы коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок:

наименование	коэффициент
квартира	1
лифты	0,9
офис	0,6
гараж	0,9

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m P_i K_i = P_{\text{кв}} \cdot k_{\text{кв}} + P_{\text{л}} \cdot k_{\text{л}} + P_{\text{оф}} \cdot k_{\text{оф}} + P_{\text{гар}} \cdot k_{\text{гар}}$$

$$P_{\Sigma} = 160,79 \cdot 1 + 16,2 \cdot 0,9 + 57,8 \cdot 0,6 + 116,55 \cdot 0,9 = 314,99 \text{ кВт}$$

## 2) Расчетный ток

$$\cos \varphi_{\text{сред.взв.}} = \frac{\sum_{i=1}^m \cos \varphi_i}{m} = \frac{0,98 + 0,65 + 0,85 + 0,9}{4} = 0,85$$

$$I = \frac{P_{\text{расч}}}{(\sqrt{3}) \cdot U \cdot \cos \varphi_{\text{средн.взв}}} = \frac{314,99}{(\sqrt{3}) \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 531,75$$

Так как ток >400А необходимо 2 ВРУ. Выбираем два ВРУ на 400А.

Электроснабжение 108 квартир будет выполнено с помощью петлевой радиальной схемы.

$$P_1 = P_{\text{уд.кв}} \cdot 108 = 1,49 \cdot 108 = 160,79 \text{ кВт}$$

Электроснабжение лифтовых устройств, офиса и гаража будет выполнена с помощью комбинированной петлевой магистральной схемы и схемы с автоматическим резервированием.

$$P_2 = P_{\text{уд.кв}} \cdot 0 + P_{\text{л}} \cdot K_{\text{л}} + P_{\text{оф}} \cdot K_{\text{оф}} + P_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} = 1,34 \cdot 28 \cdot 0,9 + 16,2 \cdot 0,9 + 57,87 \cdot 0,6 + 116,55 \cdot 0,9 = 154,2 \text{ кВт}$$

## 4) Выбор трансформатора:

Необходимо помнить, что мощность трансформатора необходимо выбирать с учётом возможности аварийной ситуации отказа второго (допустимая перегрузка оставшегося в работе трансформатора) Информация по выбору трансформатора представлена в таблице

Наименование потребителя	$P_p$ , кВт	Расчётные коэффициенты			Расчётные мощности		
		$K_y$	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{\text{расч}}$ , кВт	$Q_{\text{расч}}$ , кВАр	$S_{\text{расч}}$ , кВА
Квартиры	160,79	1	0,98	0,20	160,79	32,65	164,07
Лифты	16,2	0,9	0,65	1,17	14,58	17,05	22,43
офис	57,87	0,6	0,85	0,62	34,72	21,52	40,85
гараж	116,55	0,9	0,9	0,48	104,90	50,80	116,55
Сумма	351,415	-	-	-	314,99	122,02	343,91
						$S_{\text{перегр}}$ , кВА	245,65

Исходя из данных, выбираются два трансформатора ТМ-400.

$$z_{\text{тр}}^{1\phi} = 0,065 \text{ Ом}$$

## 4) Выбор кабеля для вводных устройств.

Так как два ВРУ, то необходимо выбрать два кабеля.

$$I_1 = \frac{P_1}{(\sqrt{3}) \cdot U \cdot \cos \varphi_{\text{кв}}} = \frac{160,79}{(\sqrt{3}) \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 0,249 \text{ А}$$

Будет использован кабель АПБбШв 4х120 (допустимый ток 299 А).

$$I_2 = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_{кв}} = \frac{209,71}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 0,373 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{(\sqrt{3}) \cdot U \cdot \cos \varphi_{кв}} = \frac{154,2}{(\sqrt{3}) \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 0,277 \text{ А}$$

Так же будет использован кабель АПБбШв 4х120.

### 5) Ток короткого замыкания

$$I^{(1)} = \frac{220 \cdot 1,05}{\frac{1}{3} \cdot z_{mp} + 2 \cdot z_l \cdot l + z_d + z_{py\ nc} + z_{вру} + z_{руц}}, \text{ принимаем}$$

$z_d = 0,015 \text{ Ом}$   $z_{py\ nc} = 0,015 \text{ Ом}$   $z_{вру} = 0,020 \text{ Ом}$   $z_{руц} = 0,025 \text{ Ом}$   $l = 0,2 \text{ км}$   
 $Z_{л} = 0,616$

$$I_1 = \frac{220 \cdot 1,05}{0,065 \cdot 0,2 \cdot 0,616 + 0,015 + 0,015 + 0,02 + 0,025} = 877,66$$

### 6) Проверка защиты на соответствие токам короткого замыкания

Должно выполняться условие (ПУЭ гл.1.4):

$$3 \cdot I_{\text{плавкой.вставки}} < I_{к.з.}$$

$$3 \cdot 400 > 877,66$$

Уменьшаем до 250 А

### 7) Проверка кабельной линии на термическую стойкость.

$$I^{(3)} = \frac{220 \cdot 1,05}{\frac{z_{mp}}{2} + z_d + z_{py\ nc}}$$

$$I^{(3)} = \frac{220 \cdot 1,05}{\frac{0,065}{2} + 0,015 + 0,015} = 3696 \text{ А}$$

По время токовой характеристике плавкой вставки определяем время срабатывания

$$t = 1 \text{ с}$$

$$Bк = (I^{(3)})^2 \cdot t$$

$$Bк = (3696)^2 \cdot 1 = 13,66 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Для ПВХ изоляции с алюминиевой жилой

$$C_m = 75 \frac{\text{А} \cdot \text{с}^{1/2}}{\text{мм}^2}$$

$$S_{\text{терм.мин}} = \frac{\sqrt{Bк}}{C_m}$$

$$S_{\text{терм.мин}} = \frac{\sqrt{13,66}}{75} = 49,28 \text{ мм}^2$$

Сечение выбранной кабельной линии 4х120 больше минимального сечения по термической стойкости.

