

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **Б.1.1.16 «Электрические станции и подстанции»**

направления подготовки

*13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»*

Профиль «Электроснабжение»

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 6

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 36

практические занятия – 18

лабораторные занятия – 36

самостоятельная работа – 126

зачет – нет

экзамен – 6 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – 6 семестр

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** формирование систематических знаний об электрической части всех типов электростанций, подстанций высших напряжений, питающих отраслевые объекты, и сетей промышленных районов; овладение знаниями о конструктивных особенностях и расчетах параметров основного электрооборудования, схемах электрических соединений.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- усвоение принципов построения электрической части электростанций и подстанций, их главных электрических схем, систем собственных нужд и управления;
- знакомство с конструкцией основного электрооборудования, распределительных устройств (РУ) и вспомогательных систем;
- овладение навыками электротехнических расчетов по оценке параметров режима и выбору электрооборудования и основных элементов электрической части электростанций и подстанций с учетом их технико-экономических характеристик и требований энергосистем;
- курсовое проектирование, которое позволяет приобрести практические знания и навыки решения инженерной задачи и работы с технической и справочной литературой;
- получение знаний по вопросам экологии и стандартизации параметров электрооборудования..

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла Б.1.1 модуля «Электроэнергетика» основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электроснабжение» направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Механика», «Информационные технологии в электроэнергетике и электротехнике», «Современные программные продукты в электроэнергетике и электротехнике», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Электроника», «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Основы электроэнергетики», «Основы электрического освещения», «Основы проектирования электрооборудования», «Передача и распределение электрической энергии», «Электроэнергетические системы и сети».

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо:

*знать*: основные методы и языки программирования, основы работы приемников и потребителей электрической энергии, основы электроэнергетики;

*уметь*: анализировать и рассчитывать переходные процессы в электроэнергетических системах, выбирать элементы электрических схем для решения поставленной задачи;

*иметь опыт*: работы на персональном компьютере, составления технической и проектной документации, составления и сборки электрических схем, построения простейших схем для передачи и распределения электрической энергии с использованием основного электрооборудования.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы для последующего изучения дисциплин: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические аппараты», «Техника высоких напряжений», «Электроснабжение», «Надёжность электроснабжения», «Проектирование СЭС промышленных предприятий».

Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и реализации магистерских программ.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-2,3, ПК-1,2,3,4,6,10.

#### ***Общепрофессиональные компетенции (ОПК):***

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);

#### ***Профессиональные компетенции (ПК):***

##### ***научно-исследовательская деятельность:***

- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);

- способность обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);

##### ***проектно-конструкторская деятельность:***

- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);

- способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4);

***производственно-технологическая деятельность:***

- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

**Студент должен знать:** типы электростанций, применяемых для электроснабжения промышленных предприятий, типы подстанций, применяемых в электрических сетях; особенности конструкции силовых трансформаторов и автотрансформаторов, применяемых на электростанциях и подстанциях, их системы охлаждения и нагрузочную способность; конструктивные особенности и выбор основного электрооборудования и токопроводов в распределительных устройствах электростанций и подстанций; основные требования к главным схемам электростанций и подстанций и принципы выбора схем распределительных устройств; принципы компоновки электрооборудования на электростанциях и подстанциях и выбор конструкции распределительных устройств; основные механизмы собственных нужд электростанций и особенности выполнения схем питания собственных нужд; область применения источников оперативного тока, схемы соединений; способы ограничения уровня токов короткого замыкания (КЗ) на электростанциях и подстанциях; конструктивное выполнение заземляющих устройств и средств молниезащиты на электростанциях и подстанциях.

**Студент должен уметь:** выбирать типы, число и мощность трансформаторов (автотрансформаторов) связи с системой на электростанциях; выбирать типы, число и мощность силовых трансформаторов на районных понизительных подстанциях; определить величину и длительность допустимых систематических нагрузок и аварийных перегрузок силовых трансформаторов; проводить технико-экономическое сравнение вариантов главных схем электростанций и подстанций; рассчитать токи КЗ в схемах электростанций и подстанций и определить необходимость ограничения уровней токов КЗ; выбирать токоведущие части и основное электрооборудование (высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, измерительные трансформаторы тока и напряжения, реакторы, разрядники, изоляторы, предохранители) во всех присоединениях распределительных устройств электростанций и подстанций; выбрать число и мощность рабочих и резервных трансформаторов собственных нужд на электростанция; определить расход на собственные нужды для подстанции и выбрать мощность трансформаторов собственных нужд; выбирать схемы и конструкции распределительных устройств для всех напряжений, осуществлять компоновку электрооборудования и сооружений на площадке подстанции; определять конструктивные параметры заземляющего

устройства подстанции; проводить расчет и построение зон защиты молниеотводов.

**Студент должен владеть:** навыками дискуссии по профессиональной тематике; терминологией в области электроаппаратостроения; навыками поиска информации о характеристиках электрооборудования электростанций и подстанций; навыками применения полученной информации при проектировании электрооборудования и распределительных устройств; современными компьютерными системами, методами и технологиями проектирования и расчета электрооборудования; навыками оформления, представления и защиты результатов проектных решений.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1	1	1	Введение. Задачи и содержание курса. Общие сведения об электростанциях (ЭС), подстанциях (ПС) и энергосистемах.	6	2/2	-	-	-	4
1	1,2	2	Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях. Электрические подстанции.	14	4/4	-	-	-	10
1	3	3	Классификация и общее назначение электротехнического оборудования.	4	2	-	-	-	2
1	4,5	4	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы в схемах ЭС и ПС.	20	4/2	-	-	4	12
1	6,7	5	Электрические отключающие аппараты. Ограничение токов КЗ.	48	6/6	-	24	4	14

1	8,9	6	Измерительные трансформаторы	28	4/2	-	8	2	14
2	10, 11	7	Токопроводы в распределительных устройствах (РУ).	22	4/2	-	-	4	14
2	12	8	Главные схемы ЭС и ПС.	12	2	-	-	2	8
2	13, 14	9	Схемы распределительных устройств на ЭС и ПС.	26	2/2	-	2	2	20
2	15	10	Компоновка оборудования на ЭС и ПС. Конструкция РУ.	16	2/2	-	2	-	12
2	16	11	Собственные нужды на ЭС и ПС.	14	2/2	-	-	-	12
2	17	12	Система оперативного тока на ЭС и ПС. Щиты управления и вторичные цепи на ЭС и ПС. АСУ ЭС и ПС.	6	2	-	-	-	4
<b>Всего</b>				<b>216</b>	<b>36/24</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>126</b>

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции
1	2	3	4
1	2	1	Введение. Задачи и содержание курса. Общие сведения об электростанциях (ЭС), подстанциях (ПС) и энергосистемах. <i>Задачи курса, его структура и взаимосвязь с другими дисциплинами специальности. Основные этапы развития отечественных ЭС. Современные тенденции в развитии ЭС и ПС.</i>
2	4	2,3	Технологический процесс производства электроэнергии на электростанциях. Электрические подстанции. <i>Типы ЭС (ТЭЦ, КЭС, АЭС, ГЭС, ГАЭС и др.), их характеристика и технико-экономические показатели. Типы понижающих ПС, факторы, определяющие их классификацию. Графики нагрузок ЭС и ПС.</i>
3	2	4	Классификация и общее назначение электротехнического оборудования. <i>Режимы работы электрооборудования ЭС и ПС. Нагрев проводников и аппаратов в продолжительном режиме и при КЗ. Термическая и электродинамическая стойкости проводников и аппаратов при КЗ.</i>
4	4	5,6	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы в схемах ЭС и ПС. <i>Конструкция, параметры и системы охлаждения силовых трансформаторов. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов. Тепловой режим трансформаторов. Расчет температур масла и обмоток трансформатора при различных режимах. Тепловое старение изоляции и ее износ.</i>
5	6	7,8,9, 10	Электрические отключающие аппараты. Ограничение токов КЗ. <i>Классификация и назначение отключающих аппаратов в электроустановках до и выше 1000 В. Способы и устройства для гашения дуги, применяемые в отключающих аппаратах.</i>

			<p><i>Классификация и характеристики высоковольтных выключателей переменного тока. Особенности конструкций и принцип действия выключателей разных типов: масляных много- и малообъемных, автогазовых, воздушных, электромагнитных, вакуумных, элегазовых и др. Отключающая способность выключателей и их выбор по расчетным значениям токов КЗ. Приводы выключателей и их устройство. Разъединители, отделители, короткозамыкатели: назначение, особенности конструкции, выбор и проверка, приводы.</i></p> <p><i>Координация уровней токов КЗ на ЭС и ПС. Основные методы и средства ограничения токов КЗ на ЭС и ПС. Токоограничивающие устройства различного вида. Выбор реакторов.</i></p>
6	4	11,12	<p><i>Измерительные трансформаторы. Измерительные трансформаторы тока (ТТ): основные параметры, особенности конструкций, схемы включения, погрешности, выбор.</i></p> <p><i>Измерительные трансформаторы напряжения (ТН): основные параметры, особенности конструкций, схемы включения, погрешности, выбор. Стандартизация типов и параметров измерительных ТТ и ТН.</i></p>
7	4	13,14	<p><i>Токопроводы в распределительных устройствах (РУ). Виды токопроводов и их назначение. Жесткие и гибкие шины: конструкция, область применения, методы расчета. Расчетные условия для выбора токоведущих частей по продолжительным режимам работы и по режиму КЗ. Комплектные токопроводы 110-220 кВ с элегазовой изоляцией. Типизация токопроводов. Станционные изоляторы: классификация, назначение, конструкция и выбор.</i></p>
8	2	15,16	<p><i>Главные схемы ЭС и ПС. Классификация схем и предъявляемые к ним требования. Факторы, учитываемые при разработке схем ЭС и ПС в зависимости от места и роли в энергосистеме. Элементы схем электрических соединений: их назначение и обозначение.</i></p> <p><i>Главные схемы ЭС типа ТЭЦ, КЭС, АЭС и ГЭС: характерные особенности, связь с системой, питание собственных нужд ЭС. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов (автотрансформаторов) связи с системой на ЭС. Выбор силовых трансформаторов на ПС. Технико-экономическое сравнение вариантов главных схем.</i></p>
9	2	17,18	<p><i>Схемы РУ ЭС и ПС. Классификация схем РУ и требования, предъявляемые к ним. Факторы, влияющие на их выбор. Принцип построения схем РУ. Основные схемы соединений РУ: схемы с одной и с двумя системами сборных шин, секционирование сборных шин, применение обходной системы сборных шин, схемы многоугольников, блоки "генератор-трансформатор" и "линия-трансформатор", схемы мостиков. Эксплуатационные особенности и области применения схем РУ на ЭС и ПС.</i></p>
10	2	19	<p><i>Компоновка оборудования на ЭС и ПС. Конструкция РУ. Требования к компоновке электрооборудования на ЭС и ПС. Размещение РУ на территории ЭС и ПС. Типовые компоновки ЭС и ПС. Классификация РУ, требования к РУ, области применения закрытых и открытых РУ. Типовые конструкции закрытых и открытых РУ. Комплектные РУ 6-35 кВ. Сборные ячейки типа КСО, КРУ, КРН, КРУН. Комплектные РУ 110-220 кВ с элегазовой изоляцией, их достоинства и перспективы применения.</i></p>

			<i>Комплектные трансформаторные подстанции 6-110 кВ.</i>
11	2	20	<i>Собственные нужды на ЭС и ПС. Состав собственных нужд (СН) ЭС и ПС. Требования к надежности электроснабжения, структура расхода энергии на СН. Основные виды привода механизмов потребителей энергии СН ЭС. Источники энергии. Номинальные напряжения и частоты сетей СН ЭС. Схемы электроснабжения потребителей СН ТЭЦ, КЭС, АЭС и ГЭС. Схемы питания СН ПС. Резервирование в схемах питания СН.</i>
12	2	21	<i>Системы оперативного тока на ЭС и ПС. Щиты управления и вторичные цепи на ЭС и ПС. АСУ ЭС и ПС. Системы сигнализации на ЭС и ПС. Виды оперативного тока: постоянный, выпрямленный и переменный. Их особенности, источники питания и области применения. Назначение и типы щитов управления. Классификация и назначение вторичных цепей на ЭС и ПС (цепи контроля, измерения, управления, сигнализации и блокировки). Принципы построения и основные функции АСУ ЭС и ПС. Системы сигнализации, контроля состояния и режимных параметров электрических машин, трансформаторов, линий.</i>

**6. Содержание коллоквиумов - Учебным планом не предусмотрено**

### **7. Перечень практических занятий**

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>№ занятия</b>	<b>Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
4	4	1,2	<i>Выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов в схемах подстанций или электростанций. Определение числа и мощности силовых трансформаторов на основании технико-экономического расчета, определение аварийной перегрузки трансформаторов и проверка выбранных трансформаторов на допустимые систематические нагрузки. Выбор главных схем электрических соединений. Выбор принципиальных электрических схем распределительных устройств (РУ) 10-220 кВ подстанций.</i>
5	2	3	<i>Расчет токов короткого замыкания и выбор токоограничивающих реакторов в схемах подстанций. Оценка способов ограничения токов КЗ, применяемых на подстанциях, и определение индуктивного сопротивления линейного реактора по отключающей способности выключателя.</i>
5	2	4	<i>Выбор и проверка коммутационной аппаратуры в схемах РУ подстанций. Выбор конструкции и параметров электрических аппаратов: высоковольтных выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.</i>
6	2	5	<i>Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения в схемах РУ подстанций. Выбор типа и параметров измерительных трансформаторов тока и напряжения, предназначенных для питания последовательных и параллельных катушек контрольно-измерительных приборов и релейной защиты, выбор сечения соединительных проводов вторичной цепи измерительных трансформаторов.</i>



7	2	6,7	Выбор и проверка токоведущих частей в схемах РУ подстанций. Выбор сечения и марки токоведущих частей (жестких и гибких шин, изоляторов, токопроводов и кабелей) на различных присоединениях РУ подстанции.
10	2	8	Выбор параметров заземляющего устройства подстанции. Определение конструктивных параметров заземляющего устройства подстанции по заданным электрическим характеристикам, составление плана заземляющего устройства подстанции.
10	2	9	Выбор средств молниезащиты подстанции. Расчет и построение зон защиты молниеотводов, определение числа, взаимного расположения молниеотводов на территории подстанции и конструкции их заземлителей.

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ работы	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии
1	2	3	4
5	2	1	Изучение конструкции вакуумных выключателей Знакомство с конструкциями вакуумных выключателей на напряжение 6(10), 35 и 110 кВ, с приводами на реальном оборудовании ЭС и ПС.
5	2	2	Исследование многообъемных масляных выключателей. Знакомство с многообъемными масляными выключателями на напряжение 10-500 кВ для внутренней и наружной установки на реальном оборудовании ЭС и ПС. Измерение собственного времени включения и отключения выключателя, определение одновременности включения контактов выключателя.
5	2	3	Исследование малообъемных масляных выключателей. Знакомство с малообъемными масляными выключателями на напряжение 10 кВ для внутренней установки на реальном оборудовании ЭС и ПС. Измерение собственного времени включения и отключения выключателя, определение одновременности включения контактов выключателя.
5	4	4	Изучение конструкции элегазовых выключателей Знакомство с конструкциями элегазовых выключателей на напряжение 6(10), 35-500 кВ, с их приводами.
5	2	5	Изучение конструкции воздушных и автогазовых выключателей. Знакомство с конструкцией воздушного выключателя на напряжение 35 кВ и автогазового выключателя на 6-10 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС.
5	2	6	Изучение конструкции электромагнитных выключателей. Знакомство с конструкцией электромагнитного выключателя на 6-10 кВ с приводом на реальном оборудовании ЭС и ПС.
5	2	7	Исследование приводов высоковольтных коммутационных аппаратов. Знакомство с приводами для управления высоковольтными выключателями на напряжение 6-10 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Определение собственного времени включения и отключения выключателя с пружинным приводом.

5	2	8	Исследование разъединителей. Знакомство с коммутационными аппаратами: разъединителями на 6-10, 35 и 110 кВ, а также приводами для их управления на реальном оборудовании ЭС и ПС. Измерение переходного сопротивления контактов ножей разъединителя. Проверка одновременности касания подвижных и неподвижных контактов трехфазного разъединителя.
5	2	9	Исследование отделителей и короткозамыкателей. Знакомство с коммутационными аппаратами: отделителем на 35 и 110 кВ, короткозамыкателем на 35 и 110 кВ, а также приводами для их управления на реальном оборудовании ЭС и ПС. Изучение автоматики между отделителем и короткозамыкателем (схемы управления короткозамыкателем и отделителем при повреждении силового трансформатора). Измерение переходного сопротивления контактов ножей отделителя.
6	4	10	Исследование измерительных трансформаторов тока. Изучение конструкций измерительных трансформаторов тока на 6, 10 и 35 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Исследование схем соединения измерительных трансформаторов тока.
6	4	11	Исследование измерительных трансформаторов напряжения. Изучение конструкций измерительных трансформаторов напряжения на 6, 10 и 35 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Исследование схем соединения измерительных трансформаторов напряжения.
5	2	12	Исследование нелинейных ограничителей перенапряжений. Изучение конструкций нелинейных ограничителей перенапряжений на 6, 10, 35 и 110 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Изучение схем включения нелинейных ограничителей перенапряжений.
5	2	13	Исследование вакуумных реклоузеров. Изучение конструкций вакуумных реклоузеров на 10 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Изучение схем включения вакуумных реклоузеров в линиях 6 и 10 кВ.
10	4	14	Изучение конструкции комплектных распределительных устройств. Практическое изучение конструкции ячеек комплектных распределительных устройств 6-10 кВ на реальном оборудовании ЭС и ПС. Ознакомление с оборудованием, которым комплектуются ячейки, со схемами управления, релейной защиты и автоматики, с блокировками, применяемыми в ячейках РУ. Составление схем заполнения РУ.

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1) текущая и 2) творческая проблемно–ориентированная.

9.1. Текущая самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к защите курсового проекта, экзамену.

9.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) предусматривает:

- выполнение курсового проекта;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, и олимпиадах;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

9.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине.

С целью развития творческих навыков у студентов при изучении настоящей дисциплины определен перечень тем для самостоятельного изучения:

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1,2	14	Развитие электроэнергетики в СССР и России, основные направления развития энергетического комплекса РФ. Технологические схемы и экономические показатели современных ЭС различных типов. Размещение ПС различных типов в электрической системе, учитывая схемы электрических сетей, величину и размещение электрических нагрузок.	1,3,11
3	2	Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов по продолжительным режимам работы.	1,2,3,9,11
4	12	Классификация, основные параметры, особенности конструкции, схемы и группы соединения обмоток силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Режимы работы автотрансформаторов. Нормы допустимых систематических нагрузок и аварийных перегрузок силовых трансформаторов для суточного графика нагрузки трансформаторов с учетом температуры охлаждающей среды. Использование программного обеспечения ЭВМ для расчета нагрузочной способности силовых трансформаторов на районной понизительной подстанции.	1,5,11
5	14	Теория контактного соединения и теория горения и гашения электрической дуги в отключающих аппаратах. Электродинамическое и термическое воздействие тока КЗ и их влияние на выбор высоковольтных аппаратов, шинопроводов и кабелей. Особенности отключения цепей переменного тока, условие гашения дуги.	1,4,9,11

		Конструкции высоковольтных выключателей и приводов для их управления. Конструкции разъединителей, отделителей и короткозамыкателей, приводов для их управления. Характерные особенности сдвоенных реакторов, их преимущества перед обыкновенными реакторами. Схемы ограничения токов КЗ, применяемые на ЭС и ПС. Стандартизация типов и параметров отключающих аппаратов.	
6	14	Конструкции и схемы соединения измерительных ТТ и ТН, векторные диаграммы, способы компенсации погрешностей.	1,2,4,9,11
7	14	Типы проводников, применяемых в основных электрических цепях. Методы расчета жестких и гибких шин. Конструкция изоляторов для наружных и внутренних установок.	1,2,3,9,11
8	8	Виды схем и их назначение. Структурные схемы ЭС и ПС. Использование программного обеспечения ЭВМ при выборе мощности силовых трансформаторов на ЭС и ПС.	1,2,3,6,7,8,9,10,11
9	20	Схемы РУ, применяемые на напряжениях 6-10 кВ и на напряжениях 35 кВ и выше: оценка, достоинства и недостатки, порядок производства операций при выводе в ремонт отдельных аппаратов или части РУ.	1,2,3, 6,7,8,9,10,11
10	12	Конструкции РУ (ОРУ, ЗРУ, КРУН). Схемы заполнения РУ.	1,2,3,4,6,7,8,9,11
11	12	Схемы электроснабжения СН ЭС и ПС. Самозапуск электродвигателей СН и порядок подсчета количества двигателей, участвующих в самозапуске. Выбор рабочих и резервных трансформаторов СН на ЭС и ПС.	1,3,9
12	4	Конструкции пультов и щитов управления, их компоновка и возможное расположение на ЭС и ПС. Аппаратура контрольно-измерительного и управляющего комплекса. Система контроля и сигнализации на ЭС и ПС.	1,2,3,9,11

**10. Расчетно-графическая работа – Учебным планом не предусмотрена**

**11. Курсовая работа - Учебным планом не предусмотрена**

### **12. Курсовой проект**

В курсовом проекте разрабатываются вопросы проектирования электрической части районной понизительной подстанции на высшее напряжение 35, 110 и 220 кВ и вторичное напряжение 10 кВ для подстанций с двухобмоточными трансформаторами и 35 и 10 кВ - с трехобмоточными.

Целью курсового проектирования является закрепление теоретического материала, полученного студентом при изучении дисциплин «Электрические станции и подстанции», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электроэнергетические системы и сети» и др. Работая над выполнением курсового проекта, студент приобретает первоначальный опыт проектно-конструкторской работы, изучает методы проектирования электроустановок, а также знакомится с литературой, используемой при проектировании электрических схем и распределительных устройств.

Студент выполняет один из вариантов индивидуального задания, который получает от преподавателя. Задание содержит общую схему электроснабжения, по которой согласно номеру варианта студент составляет расчетную схему, и исходные данные элементов расчетной схемы. Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки (40-45 страниц печатного текста) и графической части (два листа чертежей формата А3).

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта содержит следующие разделы: введение; краткая характеристика объекта проектирования; обработка графиков нагрузок потребителей; выбор числа и мощности силовых трансформаторов на проектируемой подстанции; выбор главной схемы электрических соединений подстанции; расчет токов короткого замыкания; определение необходимости ограничения токов короткого замыкания; выбор основного электрооборудования и токоведущих частей; выбор релейной защиты и автоматики; измерение и учет электроэнергии; выбор оперативного тока и источников питания; собственные нужды подстанции; регулирование напряжения на подстанции; выбор конструкции распределительных устройств для всех напряжений, компоновка сооружений на площадке подстанции; заключение.

Графическая часть проекта содержит следующие чертежи: 1) главная схема электрических соединений подстанции; 2) конструктивный чертеж распредустройства ВН (план и разрез по ячейке, задаваемой руководителем), схема заполнения РУ 10 кВ и схема сетевого района.

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе обучения на различных этапах освоения разделов дисциплины студенты закрепляют следующие общепрофессиональные компетенции ОПК 2,3, приобретают и совершенствуют следующие профессиональные компетенции: для научно-исследовательской деятельности: ПК 1,2; для проектно-конструкторской деятельности: ПК3,4; для производственно-технологической деятельности: ПК 6, 10.

Оценка успеваемости студентов осуществляется по результатам:

- защиты лабораторных работ в соответствии с графиком выполнения;
- представления выполненного материала по практическим занятиям;
- контроль усвоения отдельных разделов дисциплины, устный опрос.

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных разделов разработаны и используются следующие средства:

- контрольные вопросы по отдельным темам и разделам;
- перечень тем научно-исследовательских рефератов;
- комплект задач для закрепления теоретического материала.

Для промежуточной аттестации служит комплект вопросов. Для экзамена имеется комплект вопросов и заданий.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как оценка на экзамене.

В приложение к бакалаврскому диплому вносится оценка за экзамен.

Карта компетенций дисциплины Б.1.1.16 «Электрические станции и подстанции»					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p><b>Знает:</b> Основные разделы механики, специальной теории относительности, электродинамики, статистической физики, атомной и ядерной физики.</p> <p><b>Умеет:</b> Сформулировать цель и задачи исследования. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в учебной и научной литературе.</p> <p><b>Владеет:</b> Навыком самостоятельной работы в области учебной и научной работы. Навыком применения знаний полученных в ходе лекционных и практических занятий.</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	1. Устный ответ 2. Экзамен	<p><b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b>Знает:</b> основные физические понятия, основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике <b>Умеет:</b> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления решения задач.. <b>Владеет:</b> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы.</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b> <b>Знает:</b> понимает связи между различными физическими понятиями; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи <b>Умеет:</b> Применять методы решения задач в различных ситуациях; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания.</p>

					<p>Пользоваться методической, вспомогательной и научной литературой для осуществления расчетов.</p> <p>Пользоваться данными экспериментальных исследований в для осуществления расчетов.</p> <p><b><u>Владеет:</u></b>          Навыком самостоятельной работы в области научной и учебной работы.</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b>  <b><u>Знает:</u></b>          Устанавливает связи между физическими идеями, теориями.</p> <p><b><u>Умеет:</u></b>          Пользоваться методической и вспомогательной и научной литературой для осуществления расчетов.          Оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод.          Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в методической и вспомогательной литературе.</p> <p><b><u>Владеет:</u></b>          Навыком передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.          Навыком применения знаний полученных в ходе лекционных, практических занятий.</p>
<b>ОПК-3</b>	<b>Способность использовать</b>	<b><i>Знает:</i></b> теоретические	Лекции, Практичес-	1. Устный ответ	<b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b>

	<p><b>методы анализа и моделирования электрических цепей</b></p>	<p>закономерности работы электрических цепей на постоянном и переменном напряжениях, в переходных процессах; теоретические закономерности работы и конструкцию промышленных электрических сетей, линий электропередач; теоретические закономерности и конструкцию трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, двигателей постоянного тока.</p> <p><b>Умеет:</b> применять математический аппарат решения дифференциальных уравнений в полных производных; применять комплексное исчисление; строить и анализировать векторные диаграммы; решать прямые и обратные задачи в электрических цепях; находить решение задач переходных процессов в электрических цепях; анализировать работу трехфазных электрических цепей промышленной частоты; анализировать рабочие характеристики трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, машин постоянного тока.</p>	<p>кие занятия, СРС.</p>	<p>2.Экзамен</p>	<p><b><u>Знает:</u></b> технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы.</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств.</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы.</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> использовать современные пакеты прикладных программ для решения практических задач.</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств.</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> теоретические закономерности работы электрических цепей на постоянном и переменном напряжениях, в переходных процессах; теоретические закономерности работы и конструкцию промышленных электрических сетей, линий электропередач; теоретические закономерности и конструкцию трансформаторов,</p>
--	--	---	--------------------------	------------------	--



		<p><b>Владеет:</b> методами расчета электрических, промышленных трехфазных цепей переменного тока; методами расчета симметричных и несимметричных коротких замыканий, переходных процессов изменения тока в промышленных электрических сетях</p>			<p>асинхронных и синхронных машин, двигателей постоянного тока. <b>Умеет:</b> применять математический аппарат решения дифференциальных уравнений в полных производных; применять комплексное исчисление; строить и анализировать векторные диаграммы; решать прямые и обратные задачи в электрических цепях; находить решение задач переходных процессов в электрических цепях; анализировать работу трехфазных электрических цепей промышленной частоты; анализировать рабочие характеристики трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, машин постоянного тока. <b>Владеет:</b> методами расчета электрических, промышленных трехфазных цепей переменного тока; методами расчета симметричных и несимметричных коротких замыканий, переходных процессов изменения тока в промышленных электрических сетях.</p>
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<p><b>Знает</b> и понимает: принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; имеет общее представление о проектировании, испытаниях и</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, коллоквиум Экзамен	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b> <b>Знает:</b> и понимает принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения. <b>Умеет:</b> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию,</p>

		<p>моделировании электрических машин.  <b>Умеет:</b> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин.  <b>Владеет:</b> навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.</p>		<p>испытаниями и эксплуатации электрических машин.  <b>Владеет:</b> навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.    <b>Продвинутый (хорошо)</b>  <b>Знает:</b> принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; имеет общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании электрических машин.  <b>Умеет:</b> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин.  <b>Владеет:</b> современными навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.    <b>Высокий (отлично)</b>  <b>Знает:</b> принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; имеет общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании электрических машин.  <b>Умеет:</b> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин.  <b>Владеет:</b> математическими</p>
--	--	--	--	---

					методами элементарных расчетов и испытаний электрических машин.
ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов	<p><b>Знает:</b> теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать законы и методы при изучении специальных электротехнических дисциплин.</p> <p><b>Владеет:</b> методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля.</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, коллоквиум Экзамен	
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические	<p><b>Знает:</b> принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения,</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, коллоквиум Экзамен	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p> <p><b>Знает:</b> технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.</p> <p><b>Владеет:</b> методами построения современных</p>

	<b>требования</b>	<p>компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей;</p> <p><b>Умеет:</b> определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.</p>			<p>проблемно-ориентированных прикладных программных средств.</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b>  <b><u>Знает:</u></b> технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы.  <b><u>Умеет:</u></b> использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач.  <b><u>Владеет:</u></b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств.</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b>  <b><u>Знает:</u></b> общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей.  <b><u>Умеет:</u></b> выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети.  <b><u>Владеет:</u></b> методами анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.</p>
ПК-4	<b>Способность проводить обоснование</b>	<b><u>Знает:</u></b> современные методы	Лекции, Практические занятия,	Устный ответ, коллоквиум	<b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> современные

	<p><b>проектных решений</b></p>	<p>проектирования электрооборудования; устройство и принцип действия электрических аппаратов, функциональные особенности работы отдельных узлов и блоков; электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и электро-энергетического оборудования; требования к электрическим аппаратам и отдельным его элементам; требования охраны окружающей среды.</p> <p><b>Умеет:</b> выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы по созданию и внедрению в производство основных типов электрооборудования; проектировать и проводить поверочные расчеты токоведущих контуров, контактных соединений, коммутирующих контактов; выбрать дугогасительные устройства для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока; использовать разработанные программные комплексы в профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> методами проектирования, расчета и конструирования</p>	<p>СРС.</p>	<p>Экзамен</p>	<p>методы проектирования электрооборудования; устройство и принцип действия электрических аппаратов.</p> <p><b>Умеет:</b> выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы по созданию и внедрению в производство основных типов электрооборудования; проектировать и проводить поверочные расчеты токоведущих контуров,</p> <p><b>Владеет:</b> методами проектирования, расчета и конструирования электроэнергетического и электро-технического оборудования; методами работы с технической и справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p> <p><b>Знает:</b> функциональные особенности работы отдельных узлов и блоков.</p> <p><b>Умеет:</b> выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы по созданию и внедрению в производство основных типов электрооборудования; проектировать и проводить поверочные расчеты токоведущих контуров, контактных соединений, коммутирующих контактов; выбрать дугогасительные устройства для коммутации</p>
--	---------------------------------	--	-------------	----------------	--

		<p>электроэнергетического и электротехнического оборудования; методами работы с технической и справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.</p>			<p>электрических цепей постоянного и переменного тока.  <b><u>Владеет:</u></b> методами работы с технической и справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.  <b><u>Высокий (отлично)</u></b>  <b><u>Знает:</u></b> электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и электроэнергетического оборудования; требования к электрическим аппаратам и отдельным его элементам; требования охраны окружающей среды.  <b><u>Умеет:</u></b> выбирать дугогасительные устройства для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока; использовать разработанные программные комплексы в профессиональной деятельности.  <b><u>Владеет:</u></b> современными методами работы с технической и справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.</p>
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<p><b><u>Знает:</u></b> принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, коллоквиум Экзамен	<p><b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b>  <b><u>Знает:</u></b> принципы передачи и распределения электроэнергии.  <b><u>Умеет:</u></b> определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей.</p>

		<p>работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей.</p> <p><b>Умеет:</b> определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электро-</p>		<p><b>Владеет:</b> навыками проектирования районных электрических сетей.</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p> <p><b>Знает:</b> основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи.</p> <p><b>Умеет:</b> рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем.</p> <p><b>Высокий (отлично)</b></p> <p><b>Знает:</b> компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать</p>
--	--	---	--	--

		энергетических систем и сетей.			рациональный вариант схемы сети. <b>Владеет:</b> навыками математического моделирования режимов работы электроэнергетических систем.
ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	<b>Знать:</b> правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Уметь:</b> обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Владеть:</b> способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы	Лекции, Лабораторные занятия	1. Отчет по лабораторным работам 2. Экзамен	<b>Пороговый (удовлетворительно)</b> <b>Знает:</b> правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Умеет:</b> выполнять правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Владеет:</b> навыками выполнения правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Продвинутый (хорошо)</b> <b>Знает:</b> правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Умеет:</b> обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Владеет:</b> способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы <b>Высокий (отлично)</b> <b>Знает:</b> все правила техники безопасности,



					<p>производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы</p> <p><b>Умеет:</b> обеспечивать выполнение всех правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы</p> <p><b>Владеет:</b> способностью обеспечивать выполнение всех правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы</p>
--	--	--	--	--	---

#### 14. Вопросы для зачета - Учебным планом не предусмотрены

#### 15. Вопросы для экзамена

1. Основные этапы развития отечественных электростанций. Современные тенденции в развитии электростанций и подстанций.
2. Типы электростанций (КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС, ГАЭС). Их характеристика и технико-экономические показатели.
3. Типы понижающих подстанций. Факторы, определяющие их классификацию.
4. Графики нагрузок электростанций и подстанций. Классификация, назначение. Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков.
5. Классификация и общее назначение электротехнического оборудования электростанций и подстанций. Режимы работы электрооборудования (нормальный, ремонтный, аварийный, послеаварийный).
6. Типы и основные характеристики силовых трансформаторов. Системы охлаждения. Тепловой режим трансформаторов.
7. Допускаемые систематические нагрузки и аварийные перегрузки силовых трансформаторов. Величины перегрузок и способ их определения.
8. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
9. Классификация электрических аппаратов, предъявляемые требования. Условия работы аппаратов в нормальном и аварийном режимах (термическая и динамическая стойкость к токам КЗ).

10. Высоковольтные выключатели: требования, основные параметры, классификация. Условия выбора. Отключающая способность выключателей.
11. Масляные выключатели: принцип действия, устройство, типы, область применения, выбор.
12. Воздушные выключатели: принцип действия, устройство, типы, область применения, выбор.
13. Электромагнитные выключатели: принцип действия, устройство, типы, область применения, выбор.
14. Элегазовые и вакуумные выключатели: принцип действия, устройство, типы, область применения, выбор.
15. Выключатели нагрузки: назначение, принцип действия, устройство, типы, область применения, выбор.
16. Приводы выключателей (ручные, пружинные, электромагнитные, пневматические). Назначение, конструкция, область применения.
17. Разъединители для внутренних и наружных установок. Классификация, назначение, конструкция, выбор. Приводы разъединителей.
18. Отделители и приводы к ним. Назначение, конструкция, выбор.
19. Короткозамыкатели и приводы к ним. Назначение, конструкция, выбор.
20. Токоограничивающие реакторы. Назначение, конструкция, параметры, выбор.
21. Сдвоенные реакторы. Принцип действия, режимы работы. Преимущества по сравнению с обычными реакторами, выбор.
22. Измерительные трансформаторы тока (ТТ). Классификация, назначение, основные параметры, конструкция. Способы компенсации погрешностей ТТ. Векторная диаграмма. Классы точности.
23. Схемы соединения ТТ. Определение сечения соединительных проводов к ТТ. Выбор и проверка ТТ.
24. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН). Классификация, назначение, основные параметры, конструкция. Способы компенсации погрешностей ТН. Векторная диаграмма. Классы точности.
25. Схемы соединения ТН. Определение сечения соединительных проводов к ТН. Выбор и проверка ТН.
26. Шинные конструкции. Материал и формы сечения жестких шин. Выбор и проверка жестких шин.
27. Гибкие шины и токопроводы. Выбор и проверка гибких шин. Комплектные токопроводы.
28. Изоляторы: классификация, назначение, конструкция, выбор.
29. Требования к главным схемам электростанций. Элементы главной схемы. Факторы, влияющие на выбор схем.
30. Главные схемы КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС. Характерные особенности, связь с системой, питание потребителей собственных нужд станций. Выбор числа и мощности трансформаторов связи.
31. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на районных понизительных подстанциях (РПП). Техико-экономический расчет по

выбору мощности трансформаторов на РПП. Определение потерь электроэнергии в двух- и трехобмоточных трансформаторах.

32. Способы ограничения токов короткого замыкания, применяемые на электрических станциях и подстанциях.

33. Классификация схем распределительных устройств (РУ). Схемы РУ с одной системой сборных шин: оценка, область применения.

34. Схемы РУ с двумя системами сборных шин: оценка, область применения.

35. Схемы РУ, выполненные в виде многоугольников (схемы кольцевого типа): оценка, область применения.

36. Схемы блоков электростанций и подстанций: оценка, область применения.

37. Схемы РУ, выполненные в виде мостиков с выключателями: оценка, область применения.

38. Схемы РУ с отделителями и короткозамыкателями на высшем напряжении: оценка, область применения.

39. Схемы РУ с предохранителями на высшем напряжении: оценка, область применения.

40. Электроснабжение собственных нужд (СН) ТЭС, АЭС, ГЭС. Основные механизмы СН, электропривод. Выбор напряжения, резервирование.

41. Состав электрической части СН электростанций. Источники питания СН электростанций: оценка, область применения, резервирование. Мероприятия по обеспечению надежности электроснабжения СН станций.

42. СН подстанций: источники, оценка, область применения.

43. Постоянный оперативный ток: источники, оценка, область применения. Свинцово-кислотные аккумуляторы. Режимы работы аккумуляторных батарей.

44. Выпрямленный оперативный ток: источники (выпрямительные установки, блоки питания, конденсаторные устройства), оценка, область применения.

45. Переменный оперативный ток: источники, оценка, область применения.

46. Открытые распреустройства (ОРУ) и КТПН. Требования к конструкции ОРУ. Область применения, методы сооружения. Ячейка типа КРН и КРУН.

47. Закрытые распреустройства (ЗРУ) и КТПВ. Требования к конструкции ЗРУ, методы сооружения. Ячейка типа КСО и КРУ. Комплектные РУ с элегазовой изоляцией.

48. Компоновка электрических станций и подстанций. Размещение распределительных устройств различного напряжения.

49. Щиты управления: назначение, конструкция, область применения. Классификация и назначение вторичных цепей на электростанциях и подстанциях. Контрольно-измерительная аппаратура на станциях и подстанциях.

50. Системы сигнализации, контроля состояния и режимных параметров электрических машин, трансформаторов, линий.

51. Типы, конструкции, основные характеристики синхронных генераторов и компенсаторов. Системы охлаждения.

52. Системы возбуждения синхронных генераторов (электромашинные, вентильные, на полупроводниковых выпрямителях). Требования к системам возбуждения.

53. Автоматическое гашение магнитного поля синхронных генераторов (АГП). Устройство АГП с разрядным резистором, с автоматом с дугогасительной решеткой: схема, область применения.

## 16. Тестовые задания по дисциплине

Для текущего контроля успеваемости используются курсовой проект, устный опрос, тесты, контроль выполнения отдельных разделов и защита расчётного задания по курсовому проекту, подготовка к лабораторным работам и их защита.

Аттестация по дисциплине – экзамен. Оценка за освоение дисциплины определяется оценкой на экзамене.

## 17. Образовательные технологии

*Лекционные занятия* проводятся в форме лекций с использованием фрагментов мультимедийного курса лекций на основе программы POWER POINT, компьютера и проектора.

*Практические занятия* проводятся в традиционной форме, при которой все студенты группы активно работают.

*Лабораторные работы* проводятся в специализированной учебной лаборатории, содержащей необходимое электрооборудование и лабораторные стенды, компьютеры подключены к сети учебного корпуса СГТУ с выходом в Интернет, при выполнении лабораторных работ используются профессиональные программные комплексы.

*Курсовое проектирование.* Расчётное задание по курсовому проекту выполняется студентами в соответствии с графиком учебного процесса при консультации преподавателя. Защита курсовых проектов проводится в форме деловой учебно-дидактической игры. Нетрадиционная форма проведения занятия способствует укреплению межпредметных связей, развитию умений закреплять теоретические данные, применять их для решения поставленных проблем, обобщать. Кроме этого у студентов развивается логическое мышление, память, умение самостоятельно принимать решения, сравнивать, делать выводы и анализировать электроэнергетические процессы в схемах. На открытой защите курсового проекта студенты учатся грамотно пояснять суть проекта и методику расчёта; чётко излагать свои мысли и отвечать на вопросы комиссии. В качестве членов квалификационной комиссии будут

работать сами студенты, которые продемонстрировали отличные знания при выполнении и защите курсовых проектов.

**Самостоятельная работа** включает подготовку к курсовому проекту, выполнение и оформление расчётного задания, подготовку его к защите, подготовку к экзамену.

В рамках настоящей дисциплины предусмотрена экскурсия на действующую электрическую понизительную трансформаторную подстанцию высокого напряжения и встречи с представителями энергокомпаний.

## 18. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

### Список основной литературы по дисциплине

1. Артюхов, И. И. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. пособие для студ. напр. 551700, спец. 100400, 100500, 100700 / И. И. Артюхов, В. Д. Куликов, В. В. Тютманова ; Саратов. гос. техн. ун-т (Саратов). - Саратов : СГТУ, 2005. - 136 с. : ил. ; 29 см. - Библиогр.: с. 133 (10 назв.). - ISBN 5-7433-1571-X

Экземпляры всего: 35

2. Артюхов, И. И. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. пособие / И. И. Артюхов, В. Д. Куликов, А. Г. Сошинов ; Минобрнауки России, Волгоградский гос. техн. ун-т, Камышинский технол. ин-т (филиал). - Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2012. - 178 с. : ил. ; 29 см. - Библиогр.: с. 176 (11 назв.). - ISBN 978-5-9948-0959-4

Экземпляры всего: 10

3. Куликов, В. Д. Проектирование электрической части районной понизительной подстанции [Текст] : учебно-метод. пособие для студ., обучающихся по направлению "Электроэнергетика и электротехника" (бакалавриат) / В. Д. Куликов ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2015. - 62 с. : ил., табл. ; 21 см. - Библиогр.: с. 59-60 (17 назв.). - ISBN 978-5-7433-2887-1 (Копирайт СГТУ). **Имеется электрон. аналог печ. изд.**

Экземпляры всего: 3

### Список дополнительной литературы по дисциплине

4. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – М.: ИЦ «Академия», 2014.- 448 с.

5. Ополева, Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справ. / Г. Н. Ополева. - М. : ИД "Форум" : ИНФРА-М, 2010. - 480 с. : ил. ; 24 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 473-475 (42 назв.). - Гриф: рек. Сибирским регион. отд-нием УМО по образованию в обл. энергетики и электротехники для межвуз. использования в качестве учеб. пособия для

студ., обучающихся по напр. подгот. 650900 (140200) "Электроэнергетика" и спец. 100100 (140204) "Электрические станции", 100200 (140205) "Электроэнергетические системы и сети" и 100400 (140211) "Электроснабжение". - ISBN 978-5-8199-0254-7. - ISBN 978-5-16-002581-0

Экземпляры всего: 6

6. Алиев, И. И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию [Текст] : Учеб. пособие / И. И. Алиев. - 5-е изд., испр. - Ростов н/Д : Феникс, 2004. - 480 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 469-471 (49 назв.). - ISBN 5-222-03004-0

Экземпляры всего: 1

7. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учеб. пособие / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 3-е изд., стер. - М. : ИД МЭИ, 2009. - 288 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 286-287. - Гриф: допущено УМО вузов России по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обучающихся по всем спец. направления подгот. дипломир. спец. 650900 "Электроэнергетика". - Рек. Корпоративным энергет. ун-том в качестве учеб. пособия для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала энергетических компаний, а также для вузов, осуществляющих подгот. энергетиков. - **Имеется электрон. аналог печ. изд.** - ISBN 978-5-383-00401-2

Экземпляры всего: 10

8. Бондаренко, Е. В. Ульянов. политехн. ин-т (Ульяновск). Электрические станции и подстанции систем электроснабжения [Текст] : программир. учеб. пособие / Е. В. Бондаренко; Ульянов. политехн. ин-т ; Ульянов. политехн. ин-т (Ульяновск) . - Ульяновск : УПИ, 1989. - 68 с. : ил. ; 20 см.

Экземпляры всего: 1

9. Воробьев, И. Д. Тепловые электрические станции и подстанции [Текст] : учеб. пособие / И. Д. Воробьев. - Липецк : ГУП "Липецкое издательство", 2003. - 340 с. : ил., табл. ; 25 см. - Библиогр.: с. 331-332 (26 назв.). - ISBN 5-94570-070-3

Экземпляры всего: 2

10. Гук, Ю. Б. Проектирование электрической части станций и подстанций : учеб. пособие для вузов / Ю. Б. Гук, В. В. Кантан, С. С. Петрова. - Л. : Энергоатомиздат, 1985. - 312 с. : ил. ; 22см.

Экземпляры всего: 35

11. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учеб. пособие / И. П. Крючков [и др.] ; под ред.: И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. - М. : ИД МЭИ, 2012. - 568 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 566-567 (18 назв.). - Гриф: допущено УМО вузов России по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика". - ISBN 978-5-383-00709-9 :

Экземпляры всего: 10

12. Макаров, Е. Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ [Текст] : учебно-произв. издание / Е. Ф. Макаров, И. Т. Горюнов, А. А. Любимов. - М. : Папирус Про, 2005 - . Т. 5. - 2005. - 624 с. : ил. ; 24 см. - ISBN 5-901054-27-X

Экземпляры всего: 1

13. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб. пособие для вузов / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 607 с. : ил. ; 22см. - Прилож.:с.599-603. - Список лит.:с.604-605. - ISBN 5-283-01086-4

Экземпляры всего: 174

14. Правила устройства электроустановок [Текст]. - 7-е изд. - М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004 – Разд. 4 : Распределительные устройства и подстанции - 7-е изд. - 2004. - 104 с. ; 21 см. -ISBN 5-93196-376-6

Экземпляры всего: 1

15. Балаков, Ю.Н. Проектирование схем электроустановок [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИД МЭИ, 2009. - on-line. -Систем. требования: Pentium II, 128 Мб ОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, Adobe Acrobat Reader. - Гриф: допущено УМО вузов России по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обучающихся по всем спец. направления подгот. дипломир. спец. 650900 "Электроэнергетика". - Рек. Корпоративным энергет. ун-том в качестве учеб. пособия для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала энергетических компаний, а также для вузов, осуществляющих подгот. энергетиков. – **Электрон. аналог печ. изд.** - Режим доступа : <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib/3321-elreselibonline>.

Экземпляры всего: 1

16. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / под общ. ред.: С. И. Гамазина, Б. И. Кудрина, С. А. Цырука. - М. : ИД МЭИ, 2010. - 745 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце разд. - **Имеется электрон. аналог печ. изд.** - Количество одновременных доступов 3. - ISBN 978-5-383-00420-3 : 1628.00

Экземпляры всего: 1

17. Чунихин, А. А. Электрические аппараты : общий курс : учебник / А. А. Чунихин. - 3-е изд., перераб. и доп., репр. изд. - М. : Альянс, 2013. - 720 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 701-706. - Гриф: допущено Гос. комитетом по нар. образованию в качестве учебника для студ. электротехн. и электроэнергет. спец. вузов. - ISBN 978-5-91872-040-0

Экземпляры всего: 50

18. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов / А. А. Васильев [и др.] ; под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 576 с. : ил. ; 24 см. - ISBN 5-283-01020-1

Экземпляры всего: 182

19. Электрическая часть электростанций : учеб. для вузов / под ред. С. В. Усова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергоатомиздат, 1987. - 616 с. : ил. ; 23 см.

Экземпляры всего: 105

### Интернет-ресурсы

1. Электрические станции: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://www.elst.energy-journals.ru/>
2. Энергетик: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://energetik.energy-journals.ru/>
3. Промышленная энергетика: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://promen.energy-journals.ru/>
4. Электро: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://www.elektro-journal.ru/archive>
5. Вести в электроэнергетике: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://www.vesti.energy-journals.ru/>
6. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт: электронный журнал. –  
*Режим доступа:* <http://panor.ru/journals/oborud/>
7. Новости электротехники: информационно-справочное издание. –  
*Режим доступа:* <http://www.news.elteh.ru>
8. Сайт компании АБВ. *Режим доступа:* <http://www.abb.com>
9. ИОС СГТУ. *Режим доступа:* <https://portal.aptech.sstu.ru/>
10. Сайт компании Siemens.  
*Режим доступа:* <http://w1.siemens.com/entry/cc/en>

### 19. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При проведении лекций используется учебная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

19.1. Комплект учебных плакатов по электрооборудованию электростанций и подстанций.

19.2. Комплект типовых схем электрических соединений распределительных устройств.

19.3. Комплект видеofilмов по электрической части электростанций и подстанций.

19.4. Комплект презентаций по электрической части электростанций и подстанций.

19.5. Образцы вакуумного, электромагнитного и маломасляных выключателей.

19.6. Стенды по изучению конструкций и исследованию электрооборудования электростанций и подстанций.



19.7. Комплект программ “ТЭР РПП” для проведения технико-экономических расчетов по выбору мощности силовых трансформаторов на районной понизительной подстанции.

19.8. Комплект программ “DSNT RPP” для расчета допустимых систематических нагрузок и аварийных перегрузок, температуры наиболее нагретой точки обмотки, температуры масла в верхних слоях и относительного износа витковой изоляции.

19.9. Комплект программ “PP” для расчетов токов КЗ и устойчивости электрических систем.

19.10. Программа “zdt1.bas” и “zdt.bas” для расчета релейной защиты подстанции с двух- и трехобмоточными трансформаторами.

19.11. Программа “RZU” для расчета заземляющих устройств.

19.12. Программа “RZZM” для расчета зон защиты стержневых молниеотводов.

19.13. Электронная библиотека вуза и электронная информационно-образовательная среда.

19.14. Программные и технические средства обучения:

- персональный компьютер с лицензионным программным обеспечением и с выходом в Интернет;
- проекционный экран;
- мультимедиапроектор.