



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
С.И. Лукьянов  
«27» сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ*

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения  
Очная

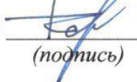
Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

энергетики и автоматизированных систем  
электроснабжения промышленных предприятий  
3  
6


Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 3 сентября 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «05» сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Г.П. Корнилов/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  / С.И. Лукьянов/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: Малафеевым А.В. – доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, канд. техн. наук, доцент.

 / А.В. Малафеев/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук

 / Н.А. Николаев/  
(подпись) (И.О. Фамилия)





## **1 Цели освоения дисциплины**

**Целью** преподавания дисциплины «Электрические станции и подстанции» является формирование у студентов знаний в вопросах устройства и работы высоковольтных электрических аппаратов, схем и компоновок электрической части электростанций промышленных предприятий, режимов их работы, управления.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение технологического процесса производства электроэнергии на электростанциях различных типов;
- изучение конструктивного исполнения и принципов действия основного и вспомогательного электрооборудования электрических станций и подстанций;
- освоение принципов построения схем и компоновок распределительных устройств.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра**

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» является дисциплиной, входящей в вариативную часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки прикладного бакалавриата 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.

Дисциплина изучается в 6 семестре, относится к дисциплинам вариативной части.

Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин:

Физика: электричество и магнетизм;

Общая энергетика: основные положения технической термодинамики; основные положения теории горения топлива; типы котельных агрегатов; паровые турбины ТЭС; тепловые электростанции, ТЭЦ; физические основы АЭС;

Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии; синхронные машины; трехфазные трансформаторы; электромеханические характеристики асинхронных двигателей;

Электроэнергетические системы и сети: производство электрической энергии; передача и распределение электроэнергии.

Курс должен давать теоретическую подготовку в ряде областей, таких, как технологический процесс заводских электростанций, устройство и принцип действия синхронных генераторов, силовых трансформаторов и автотрансформаторов, принципы построения схем электрических соединений станций и подстанций, заземление и грозозащита электроустановок. В курсе должно даваться представление о технике проектирования электрической части электростанций и подстанций, больше внимания уделяться пониманию задач и допущений, положенных в его основу, инженерной оценке полученных результатов.

Знания и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Электрические станции и подстанции», будут использованы при изучении дисциплин «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электроснабжение», «Эксплуатация и монтаж электроснабжения» и «Надежность систем электроснабжения», а также будут необходимы при подготовке к государственному экзамену и при выполнении выпускной квалификационной работы.

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-1 – Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</b>	
Знать	Принцип действия изучаемого оборудования. Оборудование, необходимое для проведения экспериментов. Способы получения экспериментальных данных.
Уметь	Приобретать знания в области функционирования электроустановок на основе экспериментальных исследований. Выделять основные факторы, влияющие на результат эксперимента. Объяснять результаты, полученные в ходе эксперимента.
Владеть	Навыками работы с лабораторным оборудованием. Навыками снятия экспериментальных характеристик. Навыками обобщения экспериментальных данных.
<b>ПК-2 – Способность обрабатывать результаты экспериментов</b>	
Знать	Основные определения и понятия, используемые при обработке экспериментальных данных. Основные свойства объектов исследования. Способы обработки экспериментальных данных.
Уметь	Приобретать знания в области функционирования электроустановок. Обрабатывать результаты косвенных измерений параметров. Выявлять и строить зависимости экспериментально полученных величин от основных факторов.
Владеть	Практическими умениями проведения экспериментальных исследований и навыками их использования. Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов. Навыками формулировки выводов на основе результатов исследований.
<b>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 требования</b>	
Знать	Общие принципы проектирования электроустановок. Правила выбора оборудования по номинальным параметрам и роду установки. Правила проверки оборудования по условиям аварийных режимов.
Уметь	Выбирать расчетные условия для выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования. Рассчитывать параметры утяжеленного режима основного и вспомогательного оборудования. Рассчитывать параметры режима короткого замыкания с учетом параметров основного оборудования и схемы электроустановки.
Владеть	Навыками принятия схемных решений при проектировании подстанций. Навыками выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования. Навыками разработки конструктивного исполнения электроустановки

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	на основе принятых схем и оборудования.
<b>ПК-4 – Способность проводить обоснование проектных решений</b>	
Знать	Основные критерии принятия решений при проектировании электроустановок. Технико-экономические показатели вариантов. Методики определения технико-экономических показателей вариантов.
Уметь	Использовать укрупненные показатели стоимости оборудования при проектировании. Аргументировать принимаемые решения на основе места подстанции в энергосистеме, категоричности и технологических особенностей потребителей, климатических характеристик местности. Обосновывать принимаемые к сравнению варианты на основе критериев надежности, экономичности, удобства в эксплуатации, технической гибкости, экологической чистоты, компактности и унифицированности.
Владеть	Навыками работы с нормативно-технической документацией. Навыками определения технико-экономических показателей сравниваемых вариантов и проекта в целом. Навыками комплексной оценки принимаемых проектных решений.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 117,9 академических часов:
  - аудиторная – 112 академических часов;
  - внеаудиторная – 5,9 академических часов;
- самостоятельная работа (включая работу над курсовым проектом) – 62,4 академических часа;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (академических часов)			самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение. Классификация электрических станций и подстанций.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Входной контроль	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
2. Технологический процесс производства электроэнергии.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
3. Графики нагрузки электрических станций и подстанций.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
4. Режимы нейтрали электроустановок.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						материала.		
5. Синхронные генераторы электрических станций.	6	4			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
6. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.	6	2			3	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	АКР №1	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
7. Общие сведения об оборудовании распределительных устройств. Выключатели высокого напряжения.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
8. Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
9. Приводы коммутационных аппаратов.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
10. Измерительные	6	4			2	– самостоятельное изучение	Экспресс-опрос	ПК-1-з,



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
трансформаторы тока и напряжения.						учебной литературы; – проработка лекционного материала.		2-з, 3-з, 4-з
11. Ограничение токов короткого замыкания.	6	2			1	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
12. Выбор электрооборудования распределительных устройств.	6	2			2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
13. Токоведущие части распределительных устройств станций и подстанций.	6	2			1,4	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
14. Схемы электрических соединений электрических станций и подстанций.	6	2			3	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	АКР №2	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
15. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	6	2			1	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
16. Оперативный ток, измерения и сигнализация в электроустановках.	6	2			1	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Тестирование	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
17. Защитное заземление и грозозащита распределительных устройств и оборудования подстанций.	6	2			1	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Экспресс-опрос	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
18. Конструкции и компоновки распределительных устройств электрических станций и подстанций.	6	4			3	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	АКР №3	ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
19. Вводный инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с оборудованием лаборатории. Выдача задания на лабораторные работы.	6		2		–	–		ПК-1-з, 2-з, 3-з, 4-з
20. Лабораторная работа №1 «Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью методом точной ручной синхронизации»	6		5/1И		1	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №1	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
21. Лабораторная работа №2 «Гашение поля синхронного генератора»	6		5		1	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №2	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
22. Лабораторная работа №3 «Моделирование установившегося режима работы трансформатора»	6		4		1	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №3	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
23. Лабораторная работа №4 «Ограничение токов короткого замыкания»	6		4/2И		1	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №4	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
24. Лабораторная работа №5 «Изучение конструктивного исполнения ячейки КРУ»	6		4/1И		2	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №5	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
25. Лабораторная работа №6 «Оперативные переключения в распределительных устройствах электрических станций и подстанций»	6		4/2И		2	– выполнение лабораторной работы; – подготовка к защите.	Защита лабораторной работы №6	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
26. Практическое занятие №1 «Расчет электрических нагрузок понизительной подстанции и выбор	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Расчет электрических нагрузок»	Выполнение раздела курсового проекта «Расчет электрических нагрузок»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
компенсирующих устройств»						– самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;		ув
27. Практическое занятие №2 «Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Проверка трансформаторов по условиям режимов аварийных и систематических перегрузок»	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор числа и мощности трансформаторов» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор числа и мощности трансформаторов»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
28. Практическое занятие №3 «Выбор и обоснование схем электрических соединений при проектировании подстанции»	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор схем распределительных устройств» – самостоятельное принятие	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор схем распределительных устройств»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;		
29. Практическое занятие №4 «Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальном режимах с учетом подпитки от высоковольтных двигателей»	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальном режимах» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	Выполнение раздела курсового проекта «Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальном режимах»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
30. Практическое занятие №5 «Выбор и проверка выключателей и разъединителей»	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования и токоведущих частей	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования и токоведущих частей	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						распределительных устройств» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	распределительных устройств»	ув
31. Практическое занятие №6 «Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения»	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
32. Практическое занятие №7 «Выбор и проверка ошиновки	6			4/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оборудования	ПК-1-ув, 2-ув,

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
распределительных устройств»						и токоведущих частей распределительных устройств» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	и токоведущих частей распределительных устройств»	3-ув, 4-ув
33. Практическое занятие №8 «Разработка конструктивного исполнения открытого и закрытого распределительных устройств, компоновок и схем заполнения»	6			5/2И	2	Выполнение раздела курсового проекта «Конструкция распределительных устройств» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	Выполнение раздела курсового проекта «Конструкция распределительных устройств»	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув
34. Практическое занятие №9 «Расчет устройств заземления и	6			4/1И	2	Выполнение разделов курсового проекта	Выполнение разделов курсового проекта	ПК-1-ув, 2-ув,

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Грозозащиты»						«Молниезащита подстанции» и «Расчет заземляющих устройств» – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя;	«Молниезащита подстанции» и «Расчет заземляющих устройств»	3-ув, 4-ув
35. Практическое занятие №10 «Выбор аккумуляторной батареи и схемы распределения оперативного тока. Расчет нагрузок и выбор трансформаторов собственных нужд»	6			4/II	2	Выполнение раздела курсового проекта «Выбор оперативного тока». – самостоятельное принятие проектных решений и выполнение расчетов с использованием рекомендованной литературы и Интернет-источников и с консультациями преподавателя; – оформление пояснительной	Выполнение разделов курсового проекта «Выбор оперативного тока» и «Выбор трансформаторов собственных нужд». Подготовка к защите.	ПК-1-ув, 2-ув, 3-ув, 4-ув



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (акад. в часах)			самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						записки и графической части проекта; – подготовка к защите.		
36. Подготовка к экзамену	6				35,7	– самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций.	Экзамен	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>28/12 И</b>	<b>42/18 И</b>	<b>98,1 (62,4 – СР, 35,7 – экза мен)</b>		<b>Экзамен, курсовой проект</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические станции и подстанции» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические станции и подстанции» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы ИТ, при проведении лабораторных работ – работа в команде.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсового проекта, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях заключается в самостоятельном выполнении экспериментальной части работы под контролем преподавателя; на практических занятиях самостоятельная работа осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, выполнения расчетной части лабораторных работ и оформления отчетов, подготовке к их защите, выполнения разделов курсового проекта с консультациями преподавателя.

### **Лабораторные работы:**

#### *Лабораторная работа №1*

Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью методом точной ручной синхронизации.

#### *Лабораторная работа №2*

Гашение поля синхронного генератора.

#### *Лабораторная работа №3*

Моделирование установившегося режима работы трансформатора.

#### *Лабораторная работа №4*

Ограничение токов короткого замыкания.

#### *Лабораторная работа №5*

Изучение конструктивного исполнения ячейки КРУ.

#### *Лабораторная работа №6*

Оперативные переключения в распределительных устройствах электрических станций и подстанций.

### **Аудиторные контрольные работы:**

*Аудиторная контрольная работа №1* – Технологический процесс и графики нагрузки электрических станций, синхронные генераторы, силовые трансформаторы.

Пример задания для АКР-1:

1. Классификация подстанций.
2. Графики нагрузок электрических станций и потребителей, их характеристики, назначение.
3. Сравните воздушные, водородные и водяные системы охлаждения генераторов.

*Аудиторная контрольная работа №2* – Коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы тока и напряжения, токоведущие части распределительных устройств, ограничение токов короткого замыкания.

Пример задания для АКР-2:

1. Малообъемные выключатели с двумя бачками на фазу – конструкция и принцип действия.
2. Дайте определение разъединителя, сформулируйте требования к разъединителям.
3. Погрешность и классы точности измерительных трансформаторов напряжения (пояснить на основе векторной диаграммы).

*Аудиторная контрольная работа №3* – Схемы электрических станций и подстанций, конструктивное исполнение распределительных устройств, собственные нужды, оперативный ток.

Пример задания для АКР-3:

1. Требования к схемам распределительных устройств.
2. Рабочие машины собственных нужд тепловых электростанций.
3. Классификация аккумуляторных батарей.

### **Характеристика курсового проекта**

При изучении дисциплины «Электрические станции и подстанции» студенты выполняют курсовой проект по проектированию главной понизительной подстанции конкретного промышленного предприятия. Назначение курсового проекта состоит в усвоении методов проектирования электрических подстанций, более глубоком изучении отдельных вопросов, связанных с расчетом и выбором основного электрооборудования и приобретении навыков самостоятельной работы. Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку объемом до 70 стр. и графическую часть в составе однолинейной электрической схемы подстанции, плана открытого распределительного устройства и разреза по ячейкам.

На работу над курсовым проектом отводится 20 часов самостоятельной работы в 6 семестре.

Курсовой проект содержит следующие разделы:

1. Расчет электрических нагрузок: расчет максимальных значений активной и реактивной нагрузок; выбор устройств компенсации реактивной мощности, определение ординат графиков активной и реактивной нагрузок.
2. Выбор числа и мощности трансформаторов: выбор числа трансформаторов, типов и способов их установки на ГПП, выбор мощности трансформаторов, определение номинальной мощности трансформаторов по допустимым условиям нормального и аварийного режимов.
3. Выбор схем распределительных устройств.
4. Расчет токов короткого замыкания в максимальном и минимальных режимах: выбор расчетных точек короткого замыкания, составление расчетной схемы и

схемы замещения, расчет тока трехфазного короткого замыкания.

5. Выбор оборудования и токоведущих частей распределительных устройств: Детальная разработка главной электрической схемы. Выполнение 1-го листа графической части.

6. Собственные нужды подстанции: определение нагрузки трансформаторов собственных нужд, выбор числа и мощности трансформаторов собственных нужд.

7. Выбор оперативного тока.

8. Конструкция распределительных устройств: разработка конструктивного исполнения подстанции, составление схемы заполнения ЗРУ. Выполнение 2-го листа графической части проекта.

9. Молниезащита подстанции.

10. Расчет заземляющих устройств.

Результаты курсового проекта являются исходными данными для выполнения курсовой работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». Каждому студенту выдается индивидуальное задание. Еженедельно проводится контроль выполнения разделов проекта с обязательной отметкой о выполненном объеме. В помощь студенту на кафедре ЭПП разработаны методические указания по проектированию понизительной подстанции, разработке конструктивного исполнения открытых и закрытых распределительных устройств, разработке главных схем подстанций. При выполнении раздела «Разработка конструктивного исполнения» проводится экскурсия на понизительные подстанции №77 (узловая) и №94 (глубокого ввода) цеха электрических сетей и подстанций ОАО «ММК». С целью повышения эффективности выполнения курсового проекта регулярно проводятся индивидуальные консультации. При выполнении курсового проекта необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой и другими источниками (Интернет-ресурсы, заводская информация, руководящие материалы проектных институтов). При оформлении графической части проекта рекомендуется использование апробированных программных пакетов, что позволяет значительно повысить качество и оперативность работы. По окончании курсового проектирования преподавателем назначается дата защиты.

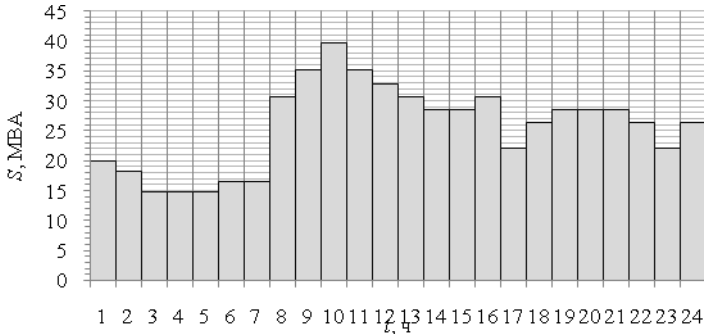
**Для защиты курсового проекта** необходимо получить допуск преподавателя. Для этого необходимо за пять дней до защиты с целью идентификации несоответствий и выявления ошибок необходимо представить пояснительную записку объемом не более 70 страниц и графическую часть в объеме двух листов формата А1 в соответствии с нормативными документами. Выявленные ошибки должны быть качественно устранены в определенные преподавателем сроки. После доработки студентом курсового проекта при отсутствии замечаний со стороны преподавателя студент допускается к защите курсового проекта.

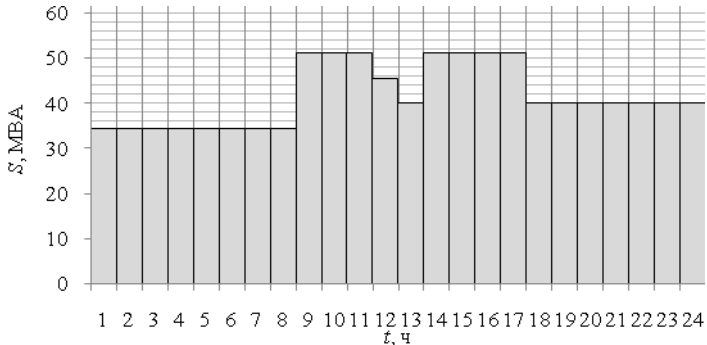
**Защита курсового проекта** проводится в форме открытого доклада. Для проведения защиты заведующим кафедрой назначается комиссия. Защита включает в себя устное сообщение в соответствии с тематикой курсового проекта. По окончании доклада присутствующими задаются дополнительные вопросы. По результатам защиты и хода выполнения курсового проекта выставляется итоговая оценка.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-1 Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</b>		
Знать	<p>Принцип действия изучаемого оборудования.</p> <p>Оборудование, необходимое для проведения экспериментов.</p> <p>Способы получения экспериментальных данных.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация электрических станций и подстанций.</li> <li>2. Технологический процесс конденсационной электростанции.</li> <li>3. Особенности конденсационных и теплофикационных электростанций.</li> <li>4. Технологический процесс теплофикационной электростанции.</li> <li>5. Классификация, особенности и принцип работы ГЭС.</li> <li>6. Графики нагрузки электростанций и потребителей.</li> <li>7. Номинальные токи и напряжения оборудования.</li> <li>8. Режимы работы оборудования.</li> <li>9. Конструктивное исполнение синхронных генераторов.</li> <li>10. Номинальные параметры синхронных генераторов.</li> <li>11. Параллельная работа синхронных генераторов.</li> <li>12. Системы охлаждения синхронных генераторов.</li> <li>13. Системы возбуждения синхронных генераторов.</li> <li>14. Автоматическое гашение поля.</li> <li>15. Режимы работы синхронных генераторов.</li> <li>16. Классификация трансформаторов.</li> <li>17. Конструктивное исполнение трансформаторов.</li> <li>18. Параллельная работа трансформаторов.</li> </ol>
Уметь	<p>Приобретать знания в области функционирования электроустановок на основе экспериментальных исследований.</p> <p>Выделять основные факторы, влияющие на</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать и проверить кабельную линию для присоединения асинхронного электродвигателя. Расчетное значение периодической слагающей тока короткого замыкания в начальный момент времени составляет 7,19 кА.</li> </ol>

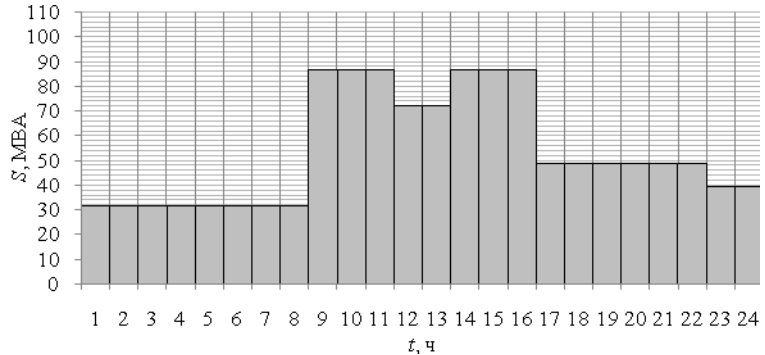
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																		
	<p>результат эксперимента. Объяснять результаты, полученные в ходе эксперимента.</p>	<p>Номинальные параметры двигателя:  <math>P_{\text{ном}}=1250</math> кВт; <math>U_{\text{ном}}=6</math> кВ; <math>\cos\varphi_{\text{ном}}=0,85</math>; <math>\eta_{\text{ном}}=94\%</math>.</p> <p>2. Распределительное устройство подстанции напряжением 10 кВ предполагается выполнить жесткими шинами прямоугольного сечения <math>60 \times 8</math> мм<sup>2</sup>. Осуществить выбор и проверку опорных изоляторов для указанной шинной конструкции при расстоянии между фазами ошиновки <math>a=300</math> мм, длине полосы <math>l=750</math> мм, ударном значении тока короткого замыкания <math>i_{\text{уд}}=37</math> кА.</p> <p>3. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2×ТРДН-25000/110. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 30% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной мощности используются два синхронных двигателя мощностью 1250 кВт и 6 компенсирующих устройств типа КУ-10,5-1800 и два компенсирующих устройства типа КУ-10,5-900.</p>  <table border="1" data-bbox="1240 986 1944 1321"> <caption>Estimated data from the load graph (S, MVA vs t, ч)</caption> <thead> <tr> <th>Hour (t, ч)</th> <th>Load (S, MVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>18</td></tr> <tr><td>3</td><td>15</td></tr> <tr><td>4</td><td>15</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td></tr> <tr><td>6</td><td>16</td></tr> <tr><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>8</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>35</td></tr> <tr><td>10</td><td>38</td></tr> <tr><td>11</td><td>40</td></tr> <tr><td>12</td><td>35</td></tr> <tr><td>13</td><td>32</td></tr> <tr><td>14</td><td>28</td></tr> <tr><td>15</td><td>28</td></tr> <tr><td>16</td><td>30</td></tr> <tr><td>17</td><td>22</td></tr> <tr><td>18</td><td>26</td></tr> <tr><td>19</td><td>28</td></tr> <tr><td>20</td><td>28</td></tr> <tr><td>21</td><td>28</td></tr> <tr><td>22</td><td>26</td></tr> <tr><td>23</td><td>22</td></tr> <tr><td>24</td><td>26</td></tr> </tbody> </table>	Hour (t, ч)	Load (S, MVA)	1	20	2	18	3	15	4	15	5	15	6	16	7	16	8	30	9	35	10	38	11	40	12	35	13	32	14	28	15	28	16	30	17	22	18	26	19	28	20	28	21	28	22	26	23	22	24	26
Hour (t, ч)	Load (S, MVA)																																																			
1	20																																																			
2	18																																																			
3	15																																																			
4	15																																																			
5	15																																																			
6	16																																																			
7	16																																																			
8	30																																																			
9	35																																																			
10	38																																																			
11	40																																																			
12	35																																																			
13	32																																																			
14	28																																																			
15	28																																																			
16	30																																																			
17	22																																																			
18	26																																																			
19	28																																																			
20	28																																																			
21	28																																																			
22	26																																																			
23	22																																																			
24	26																																																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																		
Владеть	<p>Навыками работы с лабораторным оборудованием.</p> <p>Навыками снятия экспериментальных характеристик.</p> <p>Навыками обобщения экспериментальных данных.</p>	<p>1. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2×ТРДНС-40000/35. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 20% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной мощности используются шесть синхронных двигателей мощностью по 800 кВт и 4 компенсирующих устройства типа КУ-10,5-2250.</p>  <table border="1" data-bbox="1240 555 1944 901"> <caption>Data for Load Chart (S, MVA vs t, ч)</caption> <thead> <tr> <th>t, ч</th> <th>S, MVA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>35</td></tr> <tr><td>2</td><td>35</td></tr> <tr><td>3</td><td>35</td></tr> <tr><td>4</td><td>35</td></tr> <tr><td>5</td><td>35</td></tr> <tr><td>6</td><td>35</td></tr> <tr><td>7</td><td>35</td></tr> <tr><td>8</td><td>35</td></tr> <tr><td>9</td><td>50</td></tr> <tr><td>10</td><td>50</td></tr> <tr><td>11</td><td>50</td></tr> <tr><td>12</td><td>45</td></tr> <tr><td>13</td><td>40</td></tr> <tr><td>14</td><td>50</td></tr> <tr><td>15</td><td>50</td></tr> <tr><td>16</td><td>50</td></tr> <tr><td>17</td><td>40</td></tr> <tr><td>18</td><td>40</td></tr> <tr><td>19</td><td>40</td></tr> <tr><td>20</td><td>40</td></tr> <tr><td>21</td><td>40</td></tr> <tr><td>22</td><td>40</td></tr> <tr><td>23</td><td>40</td></tr> <tr><td>24</td><td>40</td></tr> </tbody> </table> <p>Справочные материалы для оценки нагрузочной способности трансформаторов выдаются преподавателем.</p> <p>2. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТРДН-25000/110, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 9,89% и 10,4%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 115 кВ составляют по результатам приемо-сдаточных испытаний 10,45 кВ и 10,51 кВ.</p> <p>3. Выбрать и проверить выключатель 10 кВ в цепи силового трансформатора типа ТРДН-25000/110 двухтрансформаторной</p>	t, ч	S, MVA	1	35	2	35	3	35	4	35	5	35	6	35	7	35	8	35	9	50	10	50	11	50	12	45	13	40	14	50	15	50	16	50	17	40	18	40	19	40	20	40	21	40	22	40	23	40	24	40
t, ч	S, MVA																																																			
1	35																																																			
2	35																																																			
3	35																																																			
4	35																																																			
5	35																																																			
6	35																																																			
7	35																																																			
8	35																																																			
9	50																																																			
10	50																																																			
11	50																																																			
12	45																																																			
13	40																																																			
14	50																																																			
15	50																																																			
16	50																																																			
17	40																																																			
18	40																																																			
19	40																																																			
20	40																																																			
21	40																																																			
22	40																																																			
23	40																																																			
24	40																																																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>понижительной подстанции, если расчетные токи короткого замыкания от энергосистемы на стороне 10 кВ подстанции равны:</p> $I_{п0} = 7,42 \text{ кА} ;$ $I_{пт} = 7,42 \text{ кА} ;$ $i_{а0} = 10,493 \text{ кА} ;$ $i_{ат} = 6,156 \text{ кА} ;$ $i_{уд} = 20,252 \text{ кА} .$
<b>ПК-2 Способность обрабатывать результаты экспериментов</b>		
Знать	<p>Основные определения и понятия, используемые при обработке экспериментальных данных.          Основные свойства объектов исследования.          Способы обработки экспериментальных данных.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Номинальные параметры трансформаторов.</li> <li>2. Нагрузочная способность трансформаторов.</li> <li>3. Схемы и группы соединения трансформаторов.</li> <li>4. Способы регулирования напряжения.</li> <li>5. Системы охлаждения.</li> <li>6. Особенности конструкции и режима работы автотрансформаторов.</li> <li>7. Способы гашения дуги в выключателях.</li> <li>8. Номинальные параметры выключателей.</li> <li>9. Конструкция и принцип действия баковых масляных выключателей.</li> <li>10. Конструкция и принцип действия малообъемных выключателей.</li> <li>11. Конструкция и принцип действия воздушных выключателей.</li> <li>12. Конструкция и принцип действия электромагнитных выключателей.</li> <li>13. Конструкция и принцип действия элегазовых выключателей.</li> <li>14. Конструкция и принцип действия вакуумных выключателей.</li> <li>15. Конструкция и принцип действия выключателей нагрузки.</li> </ol>




Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		16. Назначение и конструкция разъединителей. 17. Классификация измерительных трансформаторов тока и напряжения. 18. Номинальные параметры трансформаторов тока и напряжения.
Уметь	Приобретать знания в области функционирования электроустановок. Обрабатывать результаты косвенных измерений параметров. Выявлять и строить зависимости экспериментально полученных величин от основных факторов.	1. Выбрать и проверить выключатель 110 кВ в цепи силового трансформатора типа ТРДН-63000/110 трехтрансформаторной понизительной подстанции, если расчетные токи короткого замыкания от энергосистемы на стороне 110 кВ подстанции равны: $I_{п0} = 6,541 \text{ кА}$ ; $I_{пр} = 6,541 \text{ кА}$ ; $i_{a0} = 9,250 \text{ кА}$ ; $i_{ар} = 1,862 \text{ кА}$ ; $i_{уд} = 16,524 \text{ кА}$ .  2. Осуществить выбор и проверку трансформатора тока 10 кВ в цепи синхронного двигателя мощностью 630 кВт, если суммарные расчетные токи короткого замыкания на стороне 10 кВ подстанции равны: $I_{п0} = 12,005 \text{ кА}$ ; $I_{пр} = 11,787 \text{ кА}$ ; $i_{a0} = 16,977 \text{ кА}$ ; $i_{ар} = 26,285 \text{ кА}$ ; $i_{уд} = 32,646 \text{ кА}$ .  3. Осуществить выбор и проверку трансформатора напряжения 10 кВ, установленного в ячейке КРУ СЭЩ-61М производства ЗАО «Электрощит», двухтрансформаторной подстанции 220/10 кВ, если к каждой секции присоединены: одна вводная ячейка, 7 отходящих линий, одна линия на компенсирующее устройство.
Владеть	Практическими умениями проведения экспериментальных исследований и навыками их использования. Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных	1. На подстанции, график нагрузок которой показан на рисунке, предполагается установка трансформаторов 2хТРДНС-40000/220. Проверить данный трансформатор по нагрузочной способности, при условии, что 20% потребителей подстанции относятся к III категории по надежности электроснабжения, а для компенсации реактивной

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																		
	<p>результатов.            Навыками формулировки выводов на основе результатов исследований.</p>	<p>мощности используются 4 синхронных двигателя мощностью по 630 кВт, 2 синхронных двигателя мощностью 2500 кВт и 10 компенсирующих устройств типа КУ-10,5-2250.</p>  <table border="1"> <caption>Data from the bar chart: Transformer load capacity (S, МВА) over time (t, ч)</caption> <thead> <tr> <th>Hour (t, ч)</th> <th>Load Capacity (S, МВА)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>30</td></tr> <tr><td>3</td><td>30</td></tr> <tr><td>4</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>6</td><td>30</td></tr> <tr><td>7</td><td>30</td></tr> <tr><td>8</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>85</td></tr> <tr><td>10</td><td>85</td></tr> <tr><td>11</td><td>85</td></tr> <tr><td>12</td><td>70</td></tr> <tr><td>13</td><td>70</td></tr> <tr><td>14</td><td>85</td></tr> <tr><td>15</td><td>85</td></tr> <tr><td>16</td><td>85</td></tr> <tr><td>17</td><td>45</td></tr> <tr><td>18</td><td>45</td></tr> <tr><td>19</td><td>45</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td></tr> <tr><td>21</td><td>45</td></tr> <tr><td>22</td><td>45</td></tr> <tr><td>23</td><td>40</td></tr> <tr><td>24</td><td>40</td></tr> </tbody> </table> <p>Справочные материалы для оценки нагрузочной способности трансформаторов выдаются преподавателем.</p> <p>2. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТРДН-25000/35, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 10,1% и 10,59%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 36,5 кВ составляют по результатам приемо-сдаточных испытаний 10,45 кВ и 11,02 кВ.</p> <p>3. Выбрать и проверить выключатель 6 кВ в цепи компенсирующего устройства номинальной мощностью 2,7 Мвар, установленного на двухтрансформаторной подстанции, если суммарные расчетные токи короткого замыкания на стороне 10 кВ подстанции равны:  <math>I_{п0} = 11,92 \text{ кА}</math> ;</p>	Hour (t, ч)	Load Capacity (S, МВА)	1	30	2	30	3	30	4	30	5	30	6	30	7	30	8	30	9	85	10	85	11	85	12	70	13	70	14	85	15	85	16	85	17	45	18	45	19	45	20	45	21	45	22	45	23	40	24	40
Hour (t, ч)	Load Capacity (S, МВА)																																																			
1	30																																																			
2	30																																																			
3	30																																																			
4	30																																																			
5	30																																																			
6	30																																																			
7	30																																																			
8	30																																																			
9	85																																																			
10	85																																																			
11	85																																																			
12	70																																																			
13	70																																																			
14	85																																																			
15	85																																																			
16	85																																																			
17	45																																																			
18	45																																																			
19	45																																																			
20	45																																																			
21	45																																																			
22	45																																																			
23	40																																																			
24	40																																																			


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$I_{пт} = 11,186 \text{ кА} ;$ $i_{а0} = 16,857 \text{ кА} ;$ $i_{ат} = 19,216 \text{ кА} ;$ $i_{уд} = 32,027 \text{ кА} .$
<b>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 требования</b>		
Знать	<p>Общие принципы проектирования электроустановок.</p> <p>Правила выбора оборудования по номинальным параметрам и роду установки.</p> <p>Правила проверки оборудования по условиям аварийных режимов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погрешность и класс точности трансформатора тока и напряжения.</li> <li>2. Конструктивное исполнение трансформаторов тока и напряжения.</li> <li>3. Принцип действия измерительных трансформаторов.</li> <li>4. Выбор измерительных трансформаторов.</li> <li>5. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.</li> <li>6. Назначение, конструкция и принцип действия токоограничивающих реакторов.</li> <li>7. Схемы включения реакторов.</li> <li>8. Выбор реакторов.</li> <li>9. Сдвоенные реакторы.</li> <li>10. Классификация схем станций и подстанций и требования к ним.</li> <li>11. Блочные схемы распределительных устройств.</li> <li>12. Схемы мостиков.</li> <li>13. Кольцевые схемы.</li> <li>14. Схемы с одинарной системой шин.</li> <li>15. Схемы с двойной системой шин.</li> <li>16. Схемы повышенной надежности.</li> <li>17. Схемы электростанций.</li> <li>18. Состав собственных нужд электростанций и подстанций.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<p>Выбирать расчетные условия для выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования.</p> <p>Рассчитывать параметры утяжеленного режима основного и вспомогательного оборудования.</p> <p>Рассчитывать параметры режима короткого замыкания с учетом параметров основного оборудования и схемы электроустановки.</p>	<p>19. Схемы электроснабжения собственных нужд.</p> <p>1. Для двухтрансформаторной подстанции 110/10 кВ осуществить выбор сборных шин 10 кВ, если расчетный ток в утяжеленном режиме равен 1520 А, <math>T_{нб} = 7260</math> ч, а суммарные токи короткого замыкания 10 кВ составляют <math>I_{н0} = 6,698</math> кА ; <math>I_{пт} = 6,265</math> кА ; <math>i_{а0} = 9,472</math> кА ; <math>i_{ат} = 4,974</math> кА ; <math>i_{уд} = 18,025</math> кА . Оборудование 10 кВ ПС установлено в ячейке КРУ «Классика» D-12РТ производства Российской группы компаний «Таврида электрик».</p> <p>2. Изобразите план и разрез ячейки силового трансформатора с узлом установки трансформатора в РУ напряжением 110 кВ, собранном по схеме с двойной рабочей и обходной системами шин. Расположение выключателей – однорядное.</p> <p>3. К установке предполагается выключатель ВВ/TEL-10-20/1000У2. Длительный максимальный ток присоединения составляет 850 А, периодическая слагающая тока короткого замыкания – 23 кА. Выбрать токоограничивающий реактор и выполнить его проверку.</p>
Владеть	<p>Навыками принятия схемных решений при проектировании подстанций.</p> <p>Навыками выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования.</p> <p>Навыками разработки конструктивного исполнения электроустановки на основе принятых схем и оборудования.</p>	<p>Задание на курсовой проект. Тема: «Проектирование главной понизительной подстанции завода транспортного машиностроения»</p> <p style="text-align: center;"><b>Исходные данные:</b></p> <p>Установленная мощность 94 МВт    <math>T_1 - 2 \times 125</math> МВА  Кoeffициент спроса 0,32            <math>T_2 - 2 \times 40</math> МВА  I категория – 25%                    АТ – нет  II категория – 60%                    <math>\Gamma_1 - 2 \times 100</math> МВт  III категория – 15%                    <math>\Gamma_2 - 4 \times 30</math> МВт  Низшее напряжение 6 кВ            <math>S_{кз} = 6000</math> МВА</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства														
		<p>Количество отходящих линий 12 Грунт – суглинок</p> <p>Количество транзитных линий нет Синхронные двигатели 1 х 1250 кВт Асинхронные двигатели – 4 х 630 кВт</p> <p>Энергосистема – Ростовэнерго Стоимость электроэнергии 2,7 руб./кВт·ч.</p> <p>В пятилетней перспективе планируется присоединение к подстанции 2 транзитных ЛЭП.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 60%;"> <p><math>U_1=110</math> кВ <math>U_2=110</math> кВ <math>U_3</math> – нет <math>U_4=35</math> кВ <math>L_1=2</math> х 30 км <math>L_2</math> – нет <math>L_3</math> – 2 х 2,5 км <math>L_4</math> – нет</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;">  <p>↑ 2 ЛЭП</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><i>График нагрузки по активной мощности</i></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><b>P, %</b></td> <td>40</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td><b>T, ч</b></td> <td>8</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>2</td> </tr> </table>	<b>P, %</b>	40	100	85	100	60	50	<b>T, ч</b>	8	3	2	3	6	2
<b>P, %</b>	40	100	85	100	60	50										
<b>T, ч</b>	8	3	2	3	6	2										
<b>ПК-4 Способность проводить обоснование проектных решений</b>																
Знать	<p>Основные критерии принятия решений при проектировании электроустановок. Технико-экономические показатели вариантов. Методики определения технико-экономических показателей вариантов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конструкция и принцип действия аккумуляторной батареи.</li> <li>2. Требования к токоведущим частям.</li> <li>3. Конструктивное исполнение жесткой ошиновки.</li> <li>4. Конструктивное исполнение гибкой ошиновки.</li> <li>5. Термическая и электродинамическая стойкость сборных шин.</li> <li>6. Виды заземления в электроустановках.</li> <li>7. Конструктивное исполнение заземляющих устройств.</li> <li>8. Порядок расчета заземляющего контура в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью.</li> </ol>														

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Порядок расчета заземляющего контура в электроустановках с изолированной нейтралью.</p> <p>10. Порядок расчета зоны грозозащиты РУ стержневыми молниеотводами.</p> <p>11. Конструкция и принцип действия вентильных и трубчатых разрядников.</p> <p>12. Требования к конструкциям распределительных устройств.</p> <p>13. Классификация распределительных устройств.</p> <p>14. Конструктивное исполнение закрытых РУ на баз ячеек КРУ.</p> <p>15. Конструктивное исполнение закрытых РУ на баз ячеек КСО.</p> <p>16. Блокировки, применяемые в КРУ и КСО.</p> <p>17. Конструктивное исполнение открытых РУ с одинарной системой шин.</p> <p>18. Конструктивное исполнение открытых РУ с двойной системой шин.</p>
Уметь	<p>Использовать укрупненные показатели стоимости оборудования при проектировании.</p> <p>Аргументировать принимаемые решения на основе места подстанции в энергосистеме, категоричности и технологических особенностей потребителей, климатических характеристик местности.</p> <p>Обосновывать принимаемые к сравнению варианты на основе критериев надежности, экономичности, удобства в эксплуатации, технической гибкости, экологической чистоты, компактности и унифицированности.</p>	<p>1. Проверить возможность включения на параллельную работу силовых трансформаторов ТДН-16000/110, напряжения короткого замыкания которых по заводским данным составляют 9,89% и 10,4%, вторичные напряжения в режиме холостого хода при подаче на первичную обмотку напряжения 115 кВ составляют по результатам приема-сдаточных испытаний 6,3 кВ и 6,4 кВ.</p> <p>2. Изобразите план и разрез ячейки силового трансформатора с узлом установки трансформатора в РУ напряжением 110 кВ, собранном по схеме с одинарной секционированной рабочей системой шин. Расположение выключателей – однорядное, расположение секций – параллельное.</p> <p>3. К установке предполагается выключатель VD4 1206-16 с</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																				
		<p data-bbox="1104 272 1541 379">Энергосистема – Бурятэнерго Стоимость электроэнергии 2,26 руб./кВт·ч.</p> <p data-bbox="1104 456 1541 563">В пятилетней перспективе планируется присоединение к подстанции 2 транзитных ЛЭП.</p> <p data-bbox="1339 568 1906 600"><i>График нагрузки по активной мощности</i></p> <table border="1" data-bbox="1104 600 2087 675"> <tr> <td><b>Р,%</b></td> <td>30</td> <td>40</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>65</td> <td>40</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td><b>Т,ч</b></td> <td>7</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table> <div data-bbox="1603 272 1854 491" style="text-align: right;"> <p>↓ 6 ЛЭП</p>  </div>	<b>Р,%</b>	30	40	100	95	100	85	65	40	30	<b>Т,ч</b>	7	4	3	1	2	2	2	1	2
<b>Р,%</b>	30	40	100	95	100	85	65	40	30													
<b>Т,ч</b>	7	4	3	1	2	2	2	1	2													



## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические станции и подстанции» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его выполнения обучающийся развивает навыки к проектно-конструкторской деятельности, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Электрические станции и подстанции». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативно-технической документацией и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе подготовки курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах, самостоятельно проанализировать практический материал, подробно проработать и обосновать проектные решения.

### **Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / Старшинов В.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А. А. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 325 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004731-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080999> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Панова, Е. А. Проектирование систем оперативного тока электрических станций и подстанций : учебное пособие / Е. А. Панова, А. В. Варганова, А. В. Малафеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3383.pdf&show=dcatalogues/1/139240/3383.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1016-4. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Малафеев, А. В. Конструкции вакуумных выключателей напряжением 10-110 кВ : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2845.pdf&show=dcatalogues/1/133256/2845.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Малафеев, А. В. Конструкции элегазовых выключателей : учебное пособие / А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2841.pdf&show=dcatalogues/1/133235/2841.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Конструкции комплектных распределительных устройств КРУ и КСО : справ. пособие / [сост. : В. А. Игуменцев, А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Хламова] ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 85 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=552.pdf&show=dcatalogues/1/10>

[98429/552.pdf&view=true](#) (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Балаков Ю.Н., Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов / Балаков Ю.Н. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01151-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011515.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

6. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 4-е изд., доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 174 с. - ISBN 978-5-9729-0404-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168656> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

7. Крючков И.П., Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов / Крючков И.П. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01191-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011911.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

8. Жуков В.В., Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками : учебное пособие для вузов / Жуков В.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01260-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012604.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

9. Крючков И.П., Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное пособие для вузов / Крючков И.П. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01270-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. **Малафеев, А.В.** Включение на параллельную работу с сетью синхронного генератора методом точной ручной синхронизации [Текст]: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электрические станции и подстанции» для студентов специальности 140211 всех форм обучения и направления 140200 / А.В. Малафеев, Е.А. Панова, А.В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 8 с.

2. **Малафеев, А.В.** Порядок оперативных переключений в схемах распределительных устройств [Текст]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические станции и подстанции» для обучающихся направления 140400.62, профиль «Электроснабжение» всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова, А.В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 16 с.

3. **Игуменцев, В.А.** Проектирование систем электроснабжения собственных нужд местных электростанций [Текст]: методическая разработка к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 140211 и направления 140200 всех форм обучения / В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Е.А. Панова, А.В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 42 с.

4. **Малафеев, А.В.** Электрические станции и подстанции [Текст]: рабочая

программа, методические указания и контрольные задания для студентов специальности 140211 заочной формы обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова, А.В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 8 с.

5. **Малафеев, А.В.** Системы оперативного постоянного тока [Текст]: методическая разработка к курсовому и дипломному проектированию для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника», профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, Е.А. Панова, А.В. Кочкина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 72 с.

6. **Малафеев, А.В.** Системы оперативного переменного и выпрямленного тока [Текст]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов направления подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника», профиль Электроснабжение всех форм обучения / А.В. Малафеев, А.В. Кочкина, Е.А. Панова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 23 с.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Перечень программного обеспечения:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Список Интернет-ресурсов, доступ к которым при регистрации обеспечен с любого компьютера:

1) Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2) Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3) Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4) Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5) East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим

доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6) Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <http://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7) Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

8) Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

9) Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

10) Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11) Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12) Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

13) Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14) SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

15) Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

16) zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

17) Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

18) Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный конкорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

19) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 –

. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

20) РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

21) ТАСС : информационное агентство России : [сайт]. – Москва, 1999 – . – Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.

22) Правительство Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.

23) Abb.ru : Официальный сайт группы компаний АВВ Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

24) Elektrozavod.ru : Официальный сайт Уфимского завода «Электроаппарат» [Электронный ресурс]. – Уфа. – Режим доступа: <http://www.elektrozavod.ru/reports/ea>, свободный. – Загл. с экрана.

25) Stps.ru : Официальный сайт ООО «Стройподстанции» [Электронный ресурс]. – М. – Режим доступа: <http://www.stps.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

26) Siemens.com : Официальный сайт компании Siemens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.siemens.com/ru/ru.html>, свободный. – Загл. с экрана.

27) Schneider-electric.com : Официальный сайт компании Schneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

28) Magtu.ru : Официальный сайт ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

29) Mmk.ru : Официальный сайт ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mmk.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электрические станции и подстанции» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), курсовой проект и экзамен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических станций и подстанций и ЭТУ(ауд. 342)	1. Лабораторный комплекс «Электроэнергетика – Электрические станции и подстанции» ЭЭ1-ЭСП-С-К производства ООО «Учебная техника»; – Лабораторный комплекс «Электроэнергетика – Распределительные устройства электрических станций и подстанций» ЭЭ1-РУ-С-Р производства ООО «Учебная техника».
Учебная аудитория для	Макет понижительной подстанции 220/110 кВ

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
<p>проведения лабораторных работ: Лаборатория электрических материалов (ауд. 339)</p>	
<p>Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Доска, мультимедийный проектор, экран</p>
<p>Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования          Преподавательская-исследовательская:          1. План РУ подстанции 110/6(10) кВ. Разрез ячейки силового трансформатора и ячейки ШСВ;          2. Разрез полюса вакуумного выключателя типа ВВ/TEL-10-20/1000У2;          3. Турбогенераторы ALSTOM;          4. Конструктивное исполнение трансформатора тока типа ТГФ;          5. Кинематическая схема электромагнитного привода ПЭ-21;          6. Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи шиносоединительным выключателем;          7. Конструктивное исполнение силового трансформатора типа ТРДН-63000/110-У1;          8. Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи обходным выключателем;          9. Конструктивное исполнение и принцип действия аккумуляторной батареи серии LM DIN 40742 OPzS;          10. Конструктивное исполнение ячейки комплектного распределительного устройства с элегазовой изоляцией серии ЯГК-110Л;          11. Внутреннее устройство ячейки комплектного распределительного устройства серии «Классика» D-12P;          12. Кинематическая схема пружинного привода ПП-67;          13. Конструктивное исполнение элегазового выключателя ВГБУ-110;          14. Внутреннее устройство камеры КСО-СЭЩ с вакуумным выключателем.          Наглядные пособия и предметы</p>

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Полюс выключателя ВМГ-133 (ауд. 217).</li><li>2. Полюс выключателя ВК-10 (ауд. 217).</li><li>3. Полюс выключателя ВМП-10 (ауд. 217).</li><li>4. Дугогасительная камера КДВ (ауд. 217).</li><li>5. Ячейка КРУ серии КВ-1 (ауд. 1/6).</li><li>6. Переключатель ответвлений трехфазный РПН (ауд. 1/6).</li><li>7. Выпрямительный агрегат зарядно-подзарядный ВАЗП (ауд. 1/6).</li></ol>