Автономная некоммерческая организация высшего образования

"Современный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____А.Г. Ширяев
_____ 2023 г.

Электрооборудование электростанций

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Энергетики и сервиса**

Учебный план 13.03.01_очка 2023.plx
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 64
самостоятельная работа 106
часов на контроль 10

Виды контроля в семестрах:
экзамены 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**5 (3.1)**		Итого	
Недель	16 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	48	48	48	48
В том числе инт.	4	4	4	4
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	16	16
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	106	106	106	106
Часы на контроль	10	10	10	10
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Лопатин Е.И.

Рабочая программа дисциплины
Электрооборудование электростанций

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Энергетики и сервиса

Протокол от 29.08.2023г. № 8
Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.
Зав. кафедрой к.т.н., доц. Лопатин Е.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью изучения дисциплины студентами является теоретическое и практическое изучение электрооборудования электростанций, электроники и электроизмерительной техники, применяемой в электрооборудовании с последующим внедрением полученных знаний в технологический процесс производства и использовании электрической энергии. подготовка инженеров – теплоэнергетиков в области электрической части электро-станций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Метрология, стандартизация, сертификация и контроль качества
2.1.2	Электротехника и электроника
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Режимы работы и эксплуатация ТЭС
2.2.2	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПК-3: Руководство изменением режимов работы и производством переключений на оборудовании ТЭС
Индикатор достижения компетенции
ПК-3.1: Способен оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации
ПК-3.5: Способен эксплуатировать оборудование электрического цеха (подразделения)
ПК-3.6: Умеет работать с программным обеспечением АСУП, современными средствами связи

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	оборудование электрического цеха (подразделения) ПК-3.5
3.1.2	програмное обеспечением АСУП, современными средствами связи ПК-3.6
3.2	**Уметь:**
3.2.1	оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации ПК-3.1
3.2.2	эксплуатировать оборудование электрического цеха (подразделения) ПК-3.5
3.2.3	работать с программным обеспечением АСУП, современными средствами связи ПК-3.6

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	Тема 1 Энергосистема и ее составные части Основные сведения об энергосистеме. Энергосистема и ее составные части. Электрическая станция как источник активной и реактивной мощно-сти. Особенности электрической части ТЭС. Требование к качеству электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников; потери мощности, энергии в элементах электрической сети, потеря и падение напряжения. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.2	Тема 1 Энергосистема и ее составные части Основные сведения об энергосистеме. Энергосистема и ее составные части. Электрическая станция как источник активной и реактивной мощно-сти. Особенности электрической части ТЭС. Требование к качеству электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников; потери мощности, энергии в элементах электрической сети, потеря и падение напряжения. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	2	
1.3	Тема 1 Энергосистема и ее составные части Основные сведения об энергосистеме. Энергосистема и ее составные части. Электрическая станция как источник активной и реактивной мощно-сти. Особенности электрической части ТЭС. Требование к качеству электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников; потери мощности, энергии в элементах электрической сети, потеря и падение напряжения. /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.4	Тема 2 Синхронные генераторы Типы и основные характеристики синхронных генераторов. Допустимые температуры нагрева активных материалов и способы турбогенераторов. Системы возбуждения синхронных генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Включение генераторов на параллельную работу в сеть методами точной синхронизации и самосинхронизации. Несинхронное включение машин. Режимы работы генераторов. Работа генераторов в режимах синхронного двигателя, компенсатора. Диаграмма мощности генераторов. Понятие об анормальных режимах. Статическая, динамическая синхронная и результирующая устойчивость параллельной работы синхронных генераторов в элек-трической системе. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.5	Тема 2 Синхронные генераторы Типы и основные характеристики синхронных генераторов. Допустимые температуры нагрева активных материалов и способы турбогенераторов. Системы возбуждения синхронных генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Включение генераторов на параллельную работу в сеть методами точной синхронизации и самосинхронизации. Несинхронное включение машин. Режимы работы генераторов. Работа генераторов в режимах синхронного двигателя, компенсатора. Диаграмма мощности генераторов. Понятие об анормальных режимах. Статическая, динамическая синхронная и результирующая устойчивость параллельной работы синхронных генераторов в элек-трической системе. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.6	Тема 2 Синхронные генераторы Типы и основные характеристики синхронных генераторов. Допустимые температуры нагрева активных материалов и способы турбогенераторов. Системы возбуждения синхронных генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Включение генераторов на параллельную работу в сеть методами точной синхронизации и самосинхронизации. Несинхронное включение машин. Режимы работы генераторов. Работа генераторов в режимах синхронного двигателя, компенсатора. Диаграмма мощности генераторов. Понятие об анормальных режимах. Статическая, динамическая синхронная и результирующая устойчивость параллельной работы синхронных генераторов в элек-трической системе. /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.7	Тема 3 Трансформаторы электростанций и подстанций Типы и основные характеристики трансформаторов. Регулирование коэффициента трансформации. Автотрансформаторы, особенности их использования, режим работы. Нагрузочная способность трансформаторов, выбор трансформаторов на тепловых станциях. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.8	Тема 3 Трансформаторы электростанций и подстанций Типы и основные характеристики трансформаторов. Регулирование коэффициента трансформации. Автотрансформаторы, особенности их использования, режим работы. Нагрузочная способность трансформаторов, выбор трансформаторов на тепловых станциях. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	2	
1.9	Тема 3 Трансформаторы электростанций и подстанций Типы и основные характеристики трансформаторов. Регулирование коэффициента трансформации. Автотрансформаторы, особенности их использования, режим работы. Нагрузочная способность трансформаторов, выбор трансформаторов на тепловых станциях. /Ср/	5	18	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.10	Тема 4 Короткие замыкания Допущения при расчетах токов короткого замыкания. Характеристика процесса при трехфазном, коротком замыкании. Расчет токов для начального момента короткого замыкания, установившийся режим КЗ. Влияние автоматического регулирования возбуждения генераторов на переходных процессах при коротких замыканиях. Воздействие токов КЗ на проводники и аппараты. Условия выбора и про-верки аппаратов и проводников. Способы ограничения токов КЗ на электростанциях. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.11	Тема 4 Короткие замыкания Допущения при расчетах токов короткого замыкания. Характеристика процесса при трехфазном, коротком замыкании. Расчет токов для начального момента короткого замыкания, установившийся режим КЗ. Влияние автоматического регулирования возбуждения генераторов на переходных процессах при коротких замыканиях. Воздействие токов КЗ на проводники и аппараты. Условия выбора и про-верки аппаратов и проводников. Способы ограничения токов КЗ на электростанциях. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.12	Тема 4 Короткие замыкания Допущения при расчетах токов короткого замыкания. Характеристика процесса при трехфазном, коротком замыкании. Расчет токов для начального момента короткого замыкания, установившийся режим КЗ. Влияние автоматического регулирования возбуждения генераторов на переходных процессах при коротких замыканиях. Воздействие токов КЗ на проводники и аппараты. Условия выбора и про-верки аппаратов и проводников. Способы ограничения токов КЗ на электростанциях. /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.13	Тема 5 Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС Требования, предъявляемые к схемам электрических соединений. Классификация схем электрических соединений. Схемы с коммутацией присоединений через один и два включения. Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.14	Тема 5 Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС Требования, предъявляемые к схемам электрических соединений. Классификация схем электрических соединений. Схемы с коммутацией присоединений через один и два включения. Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.15	Тема 5 Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС Требования, предъявляемые к схемам электрических соединений. Классификация схем электрических соединений. Схемы с коммутацией присоединений через один и два включения. Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС. /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.16	Тема 6 Схемы электроснабжения собственных нужд станций Схемы электроснабжения собственных нужд станций. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Механизмы собственных нужд и их привод. Основные характеристики асинхронного и синхронного привода. Регулирование производительности механизмов собственных нужд. Влияние изменений напряжения и частоты на работу электродвигателей. Самозапуск электродвигателей. Автоматический ввод резерва для потребителей собственных нужд. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.17	Тема 6 Схемы электроснабжения собственных нужд станций Схемы электроснабжения собственных нужд станций. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Механизмы собственных нужд и их привод. Основные характеристики асинхронного и синхронного привода. Регулирование производительности механизмов собственных нужд. Влияние изменений напряжения и частоты на работу электродвигателей. Самозапуск электродвигателей. Автоматический ввод резерва для потребителей собственных нужд. /Пр/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.18	Тема 6 Схемы электроснабжения собственных нужд станций Схемы электроснабжения собственных нужд станций. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Механизмы собственных нужд и их привод. Основные характеристики асинхронного и синхронного привода. Регулирование производительности механизмов собственных нужд. Влияние изменений напряжения и частоты на работу электродвигателей. Самозапуск электродвигателей. Автоматический ввод резерва для потребителей собственных нужд. /Ср/	5	18	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.19	Тема 7 Релейная защита Назначение релейной защиты, требования, используемая аппаратура. Токовые защиты: максимальная токовая защита, токовая осечка, направленные токовые защиты, дифференциальная токовая защита. Газовая защита. /Пр/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.20	Тема 7 Релейная защита Назначение релейной защиты, требования, используемая аппаратура. Токовые защиты: максимальная токовая защита, токовая осечка, направленные токовые защиты, дифференциальная токовая защита. Газовая защита. /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1	0	

1.21	Тема 8 Защита генераторов, трансформаторов, электродвигателей Защита генераторов, трансформаторов, электродвигателей. /Пр/	5	8	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.22	Тема 8 Защита генераторов, трансформаторов, электродвигателей Защита генераторов, трансформаторов, электродвигателей. /Ср/	5	10	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1	0	
1.23	/Экзамен/	5	10	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-3.6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Вопросы к промежуточной аттестации

1. Энергосистема и ее составные части. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
2. Электрическая станция как источник активной и реактивной мощности. Особенности электрической части ТЭС. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
3. Требование к качеству электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
4. Потери мощности, энергии в элементах электрической сети, потеря и падение напряжения. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
5. Типы и основные характеристики синхронных генераторов. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
6. Допустимые температуры нагрева активных материалов и способы турбогенераторов. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
7. Системы возбуждения синхронных генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
8. Включение генераторов на параллельную работу в сеть методами точной синхронизации и самосинхронизации. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
9. Несинхронное включение машин. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
10. Режимы работы генераторов. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
11. Работа генераторов в режимах синхронного двигателя, компенсатора. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
12. Диаграмма мощности генераторов. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
13. Понятие об анормальных режимах. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
14. Типы и основные характеристики трансформаторов. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
15. Регулирование коэффициента трансформации. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
16. Автотрансформаторы, особенности их использования, режим работы. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
17. Нагрузочная способность трансформаторов, выбор трансформа-торов на тепловых станциях. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
18. Допущения при расчетах токов короткого замыкания. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
19. Характеристика процесса при трехфазном, коротком замыкании. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
20. Расчет токов для начального момента короткого замыкания, установившийся режим КЗ. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
21. Влияние автоматического регулирования возбуждения генераторов на переходных процессах при коротких замыканиях. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
22. Воздействие токов КЗ на проводники и аппараты. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
23. Условия выбора и проверки аппаратов и проводников. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
24. Способы ограничения токов КЗ на электростанциях. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
25. Классификация схем электрических соединений. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
26. Схемы с коммутацией присоединений через один и два включений. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
27. Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
28. Схемы электроснабжения собственных нужд станций. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
29. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
30. Механизмы собственных нужд и их привод. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
31. Основные характеристики асинхронного и синхронного привода. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
32. Регулирование производительности механизмов собственных нужд. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
33. Влияние изменений напряжения и частоты на работу электродвигателей. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
34. Самозапуск электродвигателей. Автоматический ввод резерва для потребителей собственных нужд. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
35. Назначение релейной защиты, требования, используемая аппаратура. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
36. Токовые защиты. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6
37. Защита генераторов, трансформаторов, электродвигателей. ПК-3.1, ПК-3.5, ПК-3.6

5.2. Текущий контроль и контроль СРС

Диаграмма мощности генераторов.
Типы и основные характеристики трансформаторов.

Регулирование коэффициента трансформации.
Автотрансформаторы, особенности их использования, режим ра-боты.
Нагрузочная способность трансформаторов, выбор трансформа-торов на тепловых станциях.
Характеристика процесса при трехфазном, коротком замыкании.
Установившийся режим КЗ.
Влияние автоматического регулирования возбуждения генераторов на переходных процессах при коротких замыканиях.
Воздействие токов КЗ на проводники и аппараты.
Условия выбора и проверки аппаратов и проводников.
Способы ограничения токов КЗ на электростанциях.
Принципы построения схем электрических соединений ТЭЦ, КЭС, АЭС.
Схемы электроснабжения собственных нужд станций.
Выбор мощности трансформаторов собственных нужд.
Основные характеристики асинхронного и синхронного привода.
Регулирование производительности механизмов собственных нужд.
Влияние изменений напряжения и частоты на работу электродвигате-лей.
Назначение релейной защиты, требования, используемая аппара-тура.

5.3. Критерии выставления оценки студенту

Оценка «5»«отлично» ставится за самостоятельно написанную работу по теме; умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы; проявлено умение применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности и навык философского мышления для выработки системного, целостного взгляда на проблемы общества.
Оценка «4» (хорошо) ставится, если: работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один – два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя. В работе может быть недостаточно полно развернута аргументация.
Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких замечаний преподавателя; нарушена логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и выводов; недостаточно сформированы навыки письменной речи; работа является плагиатом других работ более чем на 90%.

5.4. Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена.
Контроль за усвоением теоретических знаний и практических навыков (текущий контроль) осуществляется преподавателями при проверке умения анализировать научные теории, аргументировано отстаивать свою точку зрения; в ходе решения практических заданий, ситуационных задач, при защите докладов на практических занятиях, дебатов, проверке самостоятельной работы студента.
Фонд оценочных средств разработан и утвержден протоколом заседания кафедры.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дайнеко, В.А.	Технология ремонта и обслуживания электрооборудования : учебное пособие / В.А. Дайнеко. [Электронный ресурс] : Режим доступа URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487907	Минск : РИПО, 2017. - 376 с., 2017
Л1.2	Лопатин Е. И.	Электрооборудование электростанций (электронный ресурс): http://109.195.167.114/pub/mr/_elektrooborud_elektrost.pdf	Совр. техн. универ-т. – Рязань, , 2018

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		ЭЭЭ Каталог трехмерных моделей оборудование водоподготовки электростанций: Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012
Л2.2		ЭЭЭ Схемы и водно-химические режимы ТЭС с парогазовыми установками: Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Липатов А.Е.	Методические указания по самостоятельной работе студентов и подготовке к семинарским занятиям [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_samost_rab_stud.pdf	Совр. тех. универ-т. рязань, 2021

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотечная система Knigafund.ru Электронная библиотечная система Руконт

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Windows XP, Home Edition OEM softwere
6.3.1.2	MS Office 2007. Н/лиц. 4667472 22.03.2010г.
6.3.1.3	Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A
6.3.1.4	Свободно распространяемое ПО
6.3.1.5	1. Mathcad Express
6.3.1.6	2. Офисное приложение Libre Office;
6.3.1.7	3. Архиватор 7-zip;
6.3.1.8	4. Браузер изображений Fast Stone Image Viewer;
6.3.1.9	5. PDFридер Foxit Программа для работы с графикой XnView;
6.3.1.10	6. Звуковой редактор Audacity;
6.3.1.11	7. Reader;
6.3.1.12	8. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer;
6.3.1.13	9. Браузер Google Chrom, FireFox;

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная система "Гарант"
6.3.2.2	1. www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн";

6.3.2.3	2. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
6.3.2.4	3. www.openedu.ru - «Национальная платформа открытого образования»;
6.3.2.5	4. https://uisrussia.msu.ru - Университетская информационная система «Россия».
6.3.2.6	Профессиональные базы данных:
6.3.2.7	http://www.tehlit.ru/ ТехЛит библиотека
6.3.2.8	http://www.raasn.ru/index.php Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
6.3.2.9	https://www.iaea.org/ru/resursy/bazy-dannykh/informacionnaya-sistema-po-usovershenstvovannym-reaktoram-aris
6.3.2.10	Информационная система МАГАТЭ по усовершенствованным реакторам (АРИС)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.208,Медиа-Аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием: компьютер Pentium-IV с DVD-RW, Проектор
7.2	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.215 Компьютерный класс. Состав: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 12 шт. Принтер: МФУ HP 1020 Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернет. Компьютерные программы: Windows XP, MS Office 2007, AutoCad, Лира, Мономах и др.
7.3	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.109, Помещение для самостоятельной работы обучающихся.Оборудование: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 2 шт. Принтеры- МФУ HP 125 – 2шт; Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернету.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для выработки электроэнергии на электростанциях применяют синхронные генераторы трехфазного переменного тока. Различают турбогенераторы (первичный двигатель — паровая или газовая турбина) и гидрогенераторы (первичный двигатель — гидротурбина).

Для синхронных электрических машин в установившемся режиме ра¬боты имеется строгое соответствие между частотой вращения агрегата n, об/мин, и частотой сети f, Гц:

$n = 60f/p$,

гдер—число пар полюсов обмотки статора генератора.

Паровые и газовые турбины выпускают на большие частоты вращения (3000 и 1500 об/мин), так как при этом турбоагрегаты имеют наилучшие Технико-экономические показатели. На тепловых электростанциях (ГЭС), сжигающих обычное топливо, частота вращения агрегатов, как правило, составляет 3000 об/мин, а синхронные турбогенераторы имеют два полюса. На АЭС применяют агрегаты с частотой вращения 1500 и 3000 об/мин.

Быстроходность турбогенератора определяет особенности его конструкции. Эти генераторы выполняются с горизонтальным валом. Ротор турбогенератора, работающий при больших механических и тепловых нагрузках, изготовляется из цельной поковки специальной стали (хромоникелевой или хромоникельмолибденовой), обладающей высокими магнитны¬ми и механическими свойствами.

Ротор выполняется неявнополюсным. Вследствие значительной частоты вращения диаметр ротора ограничивается по соображениям механи¬ческой прочности 1,1 —1,2 мпри 3000 об/мин. Длина бочки ротора также имеет предельное значение, равное 6-6,5 м. Определяется оно из условий допустимого статического прогиба вала и получения приемлемых вибрационных характеристик.

В активной части ротора, по которой проходит основной магнитный поток, фрезеруются пазы, заполняемые катушками обмотки возбуждения. В пазовой части обмотки закрепляются немагнитными легкими но прочными клиньями из дюралюминия. Лобовая часть обмотки не лежащая в пазах, предохраняется от смещения под действием центробежных сил с помощью бандажа. Бандажи являются наиболее напряженными в механическом отношении частями ротора и обычно выполняются из немагнитной высокопрочной стали. По обеим сторонам ротора на его валу устанавливаются вентиляторы (чаще всего пропеллерного типа) обеспечи-вающие циркуляцию охлаждающего газа в машине.

Статор турбогенератора состоит из корпуса и сердечника. Корпус изготовляется сварным, с торцов он закрывается щитами с уплотнениями в местах стыка с другими частями. Сердечник статора набирается из изолированных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Листы набирают пакетами, между которыми оставляют вентиляционные каналы. В пазы, имеющиеся во внутренней расточке сердечника, укладывается трехфазная обмотка, обычно двухслойная.

Гидравлические турбины имеют обычно относительно малую частоту вращения (60-600 об/мин). Частота вращения тем меньше, чем меньше напор воды и чем больше мощность турбины. Гидрогенераторы поэтому являются тихоходными машинами и имеют большие размеры и массы а также большое число полюсов.

Гидрогенераторы выполняют с явнополюсными роторами и преимущественно с вертикальным расположением вала. Диаметры роторов мощных гидрогенераторов достигают 14-16 м, а диаметры статоров - 20-22 м. В машинах с большим диаметром ротора сердечником служит обод, собираемый на спицах, которые крепятся на втулке ротора Полюсы как и обод, делают наборными из стальных листов и монтируют на ободе ротора с помощью Т-образных выступов. На полюсах помимо обмотки возбуждения размещается еще так называемая демпферная обмотка, которая образуется из медных стержней, закладываемых в пазы на полюсных наконечниках и замыкаемых с торцов ротора кольцами. Эта об¬мотка предназначена для успокоения колебаний ротора агрегата, которые возникают при всяком возмущении, связанном с резким изменением на¬грузки генератора.

В турбогенераторах роль успокоительной обмотки выполняют массивная бочка ротора и металлические клинья, закрывающие обмотку возбуж¬дения в пазах.

Статор гидрогенератора имеет принципиально такую же конструкцию, как и статор турбогенератора, но в отличие от последнего выполняется разъемным. Он делится по окружности на две - шесть равных частей, что значительно облегчает его транспортировку и монтаж.
В последние годы начинают находить применение так называемые капсульные гидрогенераторы, имеющие горизонтальный вал. Такие генера¬торы заключаются в водонепроницаемую оболочку (капсулу), которая с внешней стороны обтекается потоком воды, проходящим через турбину. Капсульные генераторы изготовляют на мощность несколько десятков мегавольт-ампер. Это сравнительно тихоходные генераторы (n=60 150 об/мин) с явнополюсным ротором.
Среди других типов синхронных генераторов, применяемых на электростанциях, надо отметить так называемые дизель-генераторы, соединяемые с дизельным двигателем внутреннего сгорания. Это явнополюсные машины с горизонтальным валом. Дизель как поршневая машина имеет неравномерный крутящий момент, поэтому дизель-генератор снабжается ма¬ховиком или его ротор выполняется с повышенным маховым моментом.
Номинальные параметры генераторов. Завод-изготовитель предназначает генератор для определенного длительно допустимого режима работы, который называют номинальным. Этот режим работы характеризуется параметрами, которые носят название номинальных данных генератора и указываются на его табличке, а также в паспорте машины.
Номинальное напряжение генератора- это линейное (междуфазное) напряжение обмотки статора в номинальном режиме .
Номинальным током статора генератора называется то значе¬ние тока, при котором допускается длительная нормальная работа генератора при нормальных параметрах охлаждения (температура, давление и расход охлаждающего газа и жидкости) и номинальных значениях мощ¬ности и напряжения, указанных в паспорте генератора.
Номинальная полная мощность генератора определяется по следующей формуле, кВ·А:
$S_{ном} = U_{ном} I_{ном}$ (2.2)
Номинальная активная мощность генератора — это наибольшая активная мощность, для длительной работы с которой он предназначен в комплекте с турбиной.
Номинальная активная мощность генератора определяется следующим выражением:
$P_{ном} = S_{ном} \cdot \cos \varphi_{ном}$ (2.3)
Номинальный ток ротора -это наибольший ток возбуждения генератора, при котором обеспечивается отдача генератором его номинальной мощности при отклонении напряжения статора в пределах ± 5 % номинального значения и при номинальном коэффициенте мощности.
Номинальный коэффициент мощности согласно ГОСТ принимается равным 0,8 для генераторов мощностью до 125 МВ-А, 0,85 для турбогенераторов мощностью до 588 МВ-А и гидрогенераторов до 360 МВ • А, 0,9 для более мощных машин. Для капсульных гидрогенерато¬ров обычно
$\cos \varphi_{ном} \approx 1$
Каждый генератор характеризуется также КПД при номинальной нагрузке и номинальном коэффициенте мощности. Для современных генераторов номинальный коэффициент полезного действия колеблется в преде¬лах 96,3-98,8%.

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины предполагает овладение материалами лекций, учебника, творческую работу студентов в ходе проведения семинарских занятий, а также систематическое выполнение тестовых и иных заданий для самостоятельной работы студентов.
В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к семинарским занятиям.
Основной целью семинарских и практических занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Ряд вопросов дисциплины, заслушиваются на семинарских занятиях в форме подготовленных студентами сообщений (10-15 минут) с последующей их оценкой всеми студентами группы.
Практические занятия проводятся по материалам лекций, печатных изданий, электронных источников. Предусмотрено проведение индивидуальной работы (консультаций) со студентами в ходе изучении материала данной дисциплины.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИНВАЛИДАМ И ЛИЦАМ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее - обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья) определены на основании:
- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).
Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия,

без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.
Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется университетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.
Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.
В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:
1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собакупроводника, к зданию института.
2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);
3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).
Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие обучающимся с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.
В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающихся, создании комфортного психологического климата в учебной группе.
Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (зачете).