

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Электрические станции и подстанции

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Электрические станции и подстанции относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-3: Способен собирать и анализировать информацию при проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.1: Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, участвует в составлении конкурентоспособных вариантов технических решений ПКР-3.2: Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	ПКР-3.1: Знает технологии сбора и анализа данных для проектирования электрических станций и подстанций. Умеет пользоваться инструментальными средствами компьютерного проектирования и моделирования для решения исследовательских и профессиональных задач; моделировать процессы и объекты в целях оптимизации их параметров. Владеет языками и системами программирования; навыками использования современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта. ПКР-3.2: Знает устройство и работу электрических станций и подстанций. Умеет подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений. Владеет технологиями подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений.	Задачи Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности	<p>ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах</p> <p>ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации</p> <p>ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования</p>	<p>ПКР-4.1: Знает устройство и работу электрических станций и подстанций. Умеет применять полученные знания при проведении проектных работ. Владеет способностями участвовать в проектных работах.</p> <p>ПКР-4.2: Знает устройство и работу электрических станций и подстанций. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.</p> <p>ПКР-4.3: Знает методы анализа, проектирования и моделирования электрических станций и подстанций. Умеет применять полученные знания при проведении проектных работ при разработке объектов профессиональной деятельности. Владеет опытом участия в проектировании объектов профессиональной деятельности.</p>	Практическое задание Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи
---	--	---	--------------------------------	---

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	5	5
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		

аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	16	26
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	26
- КСР	2	3
самостоятельная работа	94	89
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О
1. Основные понятия и определения	7	7	1	2			1	2	6	5
2. Графики нагрузки электроустановок	9	9	2	2	2	2	4	4	5	5
3. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии	10	10	1	2	2	2	3	4	7	6
4. Синхронные генераторы	12	11	2	2	3	2	5	4	7	7
5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	20	20	2	2	4	3	6	5	14	15
6. Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания	13	11	1	2	2	2	3	4	10	7
7. Шинные конструкции, провода, кабели	11	10	1	2	2	2	3	4	8	6
8. Электрические аппараты	18	17	2	3	4	3	6	6	12	11
9. Главные схемы электростанций и подстанций	14	12	1	2	5	4	6	6	8	6
10. Виды и источники оперативного тока	14	14	1	3	4	4	5	7	9	7
11. Защитное заземление распределительных устройств	6	10	1	2	2	1	3	3	3	7
12.Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии	8	10	1	2	2	1	3	3	5	7
Аттестация	36	36								
КСР	2	3					2	3		
Итого	180	180	16	26	32	26	50	55	94	89

Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр (ОЗФО)

1. Основные понятия и определения.

2. Графики нагрузки электроустановок.

Графики нагрузки электроустановок. Классификация графиков нагрузки. Параметры графиков нагрузки.

3. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии

3.1. Электростанции. Описание принципа действия и характеристики различных типов электростанций.

3.2. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии.

4. Синхронные генераторы

4.1. Турбогенераторы

4.2. Гидрогенераторы

4.3. Системы охлаждения генераторов.

4.4. Системы возбуждения генераторов.

5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

5.1. Общие сведения о трансформаторах.

5.2. Системы охлаждения силовых трансформаторов. Виды охлаждения, способы реализации охлаждения трансформаторов.

5.3. Нагрузочная способность трансформаторов. Общие сведения о нагрузочной способности трансформаторов. Расчёт перегрузочной способности трансформаторов. Методика теплового расчёта трансформатора.

5.4. Особенности автотрансформаторов

5.5. Регулирование напряжения трансформаторов. Общие сведения о способах регулировании напряжения трансформатора.

6. Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания

6.1. Динамическое действие токов короткого замыкания.

6.2. Термическое действие токов короткого замыкания.

6.3. Ограничение токов короткого замыкания. 2 семестр ОЗФО

7. Шинные конструкции, провода, кабели

7.1. Режимы работы электроустановок.

7.2. Шинные конструкции.

7.3. Выбор токоведущих частей.

8. Электрические аппараты

8.1. Коммутационные и защитные аппараты.

8.2. Измерительные трансформаторы.

9. Главные схемы электростанций и подстанций. Виды главных схем. Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин. Блочные схемы. Мостиковые схемы. Схема квадрата. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной. Схемы 3/2 и 4/3.

10. Виды и источники оперативного тока. Переменный оперативный ток. Выпрямленный оперативный ток. Постоянный оперативный ток.

11. Защитное заземление распределительных устройств

12. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии. Способы защиты распределительных устройств от прямых ударов молнии. Расчёт защиты распределительных устройств от прямых ударов молнии

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-3:

По исходным данным произвести расчёт электрических нагрузок подстанции, выбрать силовой трансформатор подстанции, произвести выбор главных схем и оборудования на всех уровнях напряжения, ориентировочно разместить оборудование по территории подстанции, выбрать систему оперативного тока и трансформатор собственных нужд подстанции, произвести выбор питающих и отходящих линий к потребителям, выполнить защиту подстанции от прямых ударов молнии.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

Исходные данные задачи:

- план электросетевого района;
- расчётные длины ЛЭП электросетевого района;
- указание узла, в котором располагается проектируемая ЛЭП;
- перечень предприятий, с указанием длин питающих линий, их количества и мощности предприятия, получающие питание от проектируемой подстанции;
- климатический район;
- среда в районе расположения подстанции;
- способ обслуживания подстанции.

При решении задачи необходимо осуществить:

1. расчёт суммарных электронагрузок на шинах всех напряжений подстанции;
 1. определение годовых расходов активной и реактивной энергии потребителями подстанции;
 1. выбор числа и мощности главных понизительных трансформаторов;
 2. составление блок-схемы подстанции;
 3. составление схемы подстанции с распределением отходящих линий по секциям и

трансформаторам;

1. расчёт токов короткого замыкания;
2. выбор аппаратов, шин, кабелей;
3. выбор вида и источников оперативного тока;
4. расчёт нагрузок,
5. Исходные данные задачи:

план электросетевого района;

расчётные длины ЛЭП электросетевого района;

указание узла, в котором располагается проектируемая ЛЭП;

перечень предприятий, с указанием длин питающих линий, их количества и мощности предприятия, получающие питание от проектируемой подстанции;

климатический район;

среда в районе расположения подстанции;

способ обслуживания подстанции.

При решении задачи необходимо осуществить:

- 1) расчёт суммарных электронагрузок на шинах всех напряжений подстанции;
- 2) определение годовых расходов активной и реактивной энергии потребителями подстанции;
- 3) выбор числа и мощности главных понизительных трансформаторов;
- 4) составление блок-схемы подстанции;
- 5) составление схемы подстанции с распределением отходящих линий по секциям и

трансформаторам;

- 6) расчёт токов короткого замыкания;
 - 7) выбор аппаратов, шин, кабелей;
 - 8) выбор вида и источников оперативного тока;
 - 9) расчёт нагрузок, выбор трансформаторов и составление схемы собственных нужд;
 - 10) выбор основных конструктивных решений;
 - 11) расчёт заземления подстанции при заданном удельном сопротивлении грунта;
 - 12) расчёт защиты подстанции от прямых ударов молнии;
 - 13) определение видов учёта электроэнергии и электрических измерений.
6. выбор трансформаторов и составление схемы собственных нужд;
 7. выбор основных конструктивных решений;
 8. расчёт заземления подстанции при заданном удельном сопротивлении грунта;
 9. расчёт защиты подстанции от прямых ударов молнии;
 - 10.определение видов учёта электроэнергии и электрических измерений.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-3:

1 семестр ОЗФО

1. Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
2. Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.

1. Электромашинные системы возбуждения генераторов.
 1. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
 1. Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
 2. Бесщёточное независимое возбуждение генераторов.
 3. Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.
 4. Номинальные параметры трансформаторов.
 5. Схемы и группы соединения обмоток.
 6. Элементы конструкции трансформаторов.
 7. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
 8. Нагрузочная способность трансформаторов.
 9. Особенности автотрансформаторов.
 10. Регулирование напряжения трансформаторов.
 11. Динамическое действие токов короткого замыкания.
 12. Термическое действие токов короткого замыкания.

13. Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы.

2. Шинные конструкции.

3. Высоковольтные выключатели.

4. Разъединители.

5. Плавкие предохранители.

1. Разрядники.

2. Измерительные трансформаторы.

1. Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций: одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.

2. Блочные схемы. Одна рабочая система шин с обход

3. 1 семестр ОЗФО

46) Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.

47) Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.

48) Электромашинные системы возбуждения генераторов.

49) Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.

50) Независимое тиристорное возбуждение генераторов.

51) Бесщёточное независимое возбуждение генераторов.

52) Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.

53) Номинальные параметры трансформаторов.

54) Схемы и группы соединения обмоток.

55) Элементы конструкции трансформаторов.

56) Системы охлаждения силовых трансформаторов.

57) Нагрузочная способность трансформаторов.

58) Особенности автотрансформаторов.

59) Регулирование напряжения трансформаторов.

60) Динамическое действие токов короткого замыкания.

61) Термическое действие токов короткого замыкания.

62) Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы.

2 семестр ОЗФО

63) Шинные конструкции.

64) Высоковольтные выключатели.

65) Разъединители.

66) Плавкие предохранители.

67) Разрядники.

68) Измерительные трансформаторы.

- 69) Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций: одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.
- 70) Блочные схемы. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной. Схемы 3/2 и 4/3.
- 71) Виды и источники оперативного тока. Переменный оперативный ток.
- 72) Выпрямленный оперативный ток. Постоянный оперативный ток.
- 73) Защитное заземление распределительных устройств.
- 74) Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии.

4. ной. Две рабочие системы шин с обходной. Схемы 3/2 и 4/3.

- 1. Виды и источники оперативного тока. Переменный оперативный ток.
- 2. Выпрямленный оперативный ток. Постоянный оперативный ток.
- 3. Защитное заземление распределительных устройств.
- 4. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

- 1. Классификация и параметры графиков нагрузки.
 - 2. Паротурбинные конденсационные станции.
 - 3. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
 - 4. Газотурбинные станции (ГТУ).
-
- 1. Атомные электростанции.
 - 2. Гидроэлектростанции.
 - 1. Участие электростанций разных типов в формировании общего суточного графика выработки электроэнергии.
 - 1. Турбогенераторы.
 - 2. Гидрогенераторы.
 - 3. Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
 - 4. Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
 - 5. Общие сведения о системах возбуждения генераторов.
 - 6. Электромашинные системы возбуждения генераторов.
 - 1. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
 - 1. Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
 - 2. Бесщёточное независимое возбуждение генераторов.
 - 3. Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.
 - 4. Номинальные параметры трансформаторов.
 - 5. Схемы и группы соединения обмоток.
 - 6. Элементы конструкции трансформаторов.
 - 7. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
 - 8. Нагрузочная способность трансформаторов.
 - 9. Особенности автотрансформаторов.
 - 10. Регулирование напряжения трансформаторов.

11. Динамическое действие токов короткого замыкания.

12. Термическое действие токов короткого замыкания.

1. Ограничение токов короткого замыкания.

Реакторы. 2 семестр ОЗФО

1. Шинные конструкции.

2. Высоковольтные выключатели.

3. Разъединители.

4. Плавкие предохранители.

1. Разрядники.

2. Измерительные трансформаторы.

1.

Главные схемы распределительных устройств

электростанций и подстанций: одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.

2. Блочные схемы. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной. Схемы 3/2 и 4/3.

3. Виды и источники оперативного тока. Переменный оперативный ток.

4. Выпрямленный оперативный ток. Постоянный оперативный ток.

5. Защитное заземление распределительных устройств.

6. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии

7. Паротурбинные конденсационные станции.

8. Паротурбинные теплофикационные электростанции.

9. 1) Классификация и параметры графиков нагрузки.

2) Паротурбинные конденсационные станции.

3) Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).

4) Газотурбинные станции (ГТУ).

5) Атомные электростанции.

6) Гидроэлектростанции.

7) Участие электростанций разных типов в формировании общего суточного графика выработки электроэнергии.

- 8) Турбогенераторы.
- 9) Гидрогенераторы.
- 10) Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
- 11) Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
- 12) Общие сведения о системах возбуждения генераторов.
- 13) Электромашинные системы возбуждения генераторов.
- 14) Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
- 15) Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
- 16) Бесщёточное независимое возбуждение генераторов.
- 17) Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.
- 18) Номинальные параметры трансформаторов.
- 19) Схемы и группы соединения обмоток.
- 20) Элементы конструкции трансформаторов.
- 21) Системы охлаждения силовых трансформаторов.
- 22) Нагрузочная способность трансформаторов.
- 23) Особенности автотрансформаторов.
- 24) Регулирование напряжения трансформаторов.
- 25) Динамическое действие токов короткого замыкания.
- 26) Термическое действие токов короткого замыкания.
- 27) Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы. 2 семестр ОЗФО
- 28) Шинные конструкции.
- 29) Высоковольтные выключатели.
- 30) Разъединители.
- 31) Плавкие предохранители.
- 32) Разрядники.
- 33) Измерительные трансформаторы.
- 34) Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций: одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.
- 35) Блочные схемы. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной. Схемы 3/2 и 4/3.
- 36) Виды и источники оперативного тока. Переменный оперативный ток.
- 37) Выпрямленный оперативный ток. Постоянный оперативный ток.
- 38) Защитное заземление распределительных устройств.
- 39) Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии

- 40) Паротурбинные конденсационные станции.
- 41) Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
- 42) Газотурбинные станции (ГТУ).
- 43) Гидроэлектростанции.
- 44) Турбогенераторы.
- 45) Гидрогенераторы.

- 10.тростанции (ТЭЦ).
- 11.Газотурбинные станции (ГТУ).
- 12.Гидроэлектростанции.
- 13.Турбогенераторы.
- 14.Гидрогенераторы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Основные понятия и определения.
2. Классификация графиков нагрузки.
3. Параметры графиков нагрузки.
4. Классификация тепловых электростанций.
5. Паротурбинные конденсационные станции.
6. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
7. Газотурбинные станции (ГТУ).
8. Атомные электростанции.
9. Гидроэлектростанции.
 1. Участие электростанций разных типов в формировании общего суточного графика выработки электроэнергии.
 1. Турбогенераторы.
 2. Гидрогенераторы.
 3. Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
 4. Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
 5. Общие сведения о системах возбуждения генераторов.
 6. Электромашинные системы возбуждения генераторов.
 1. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
 1. Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
 2. Бесщеточное независимое возбуждение генераторов.
 3. Самовозбуждение генераторов с полупроводниковыми преобразователями.
 4. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
 5. Автоматическое регулирование возбуждения.

6. Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.
7. Номинальные параметры трансформаторов.

1. Схемы и группы соединения обмоток.
2. Элементы конструкции трансформаторов.
3. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
4. Нагрузочная способность трансформаторов.
5. Особенности автотрансформаторов.
6. Регулирование напряжения трансформаторов.
7. Динамическое действие токов короткого замыкания.
8. Термическое действие токов короткого замыкания.
9. Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы.
10. Шинные конструкции.
11. Общие сведения о высоковольтных выключателях.
12. Масляные выключатели.
13. Воздушные выключатели.
14. Элегазовые выключатели.
15. Электромагнитные выключатели.
16. Вакуумные выключатели.
17. Выключатели нагрузки.
18. Разъединители.
19. Отделители и короткозамыкатели.
20. Плавкие предохранители.

1. Разрядники.

2. Измерительные трансформаторы.

1. Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Условия выбора.

1. Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы

шин.

1. Блочные схемы.
2. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной.

51) Схемы 3/2 и 4/3.

1. Виды и источники оперативного тока. Общие сведения.
2. Переменный оперативный ток.
3. Выпрямленный оперативный ток.
4. Постоянный оперативный ток.
5. Защитное заземление распределительных устройств.
6. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии
7. Паротурбинные конденсационные станции.
8. Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
9. Газотурбинные станции (ГТУ).

10.64) Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.

- 65) Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
- 66) Электромашинные системы возбуждения генераторов.
- 67) Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
- 68) Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
- 69) Бесщеточное независимое возбуждение генераторов.
- 70) Элементы конструкции трансформаторов.

- 71) Системы охлаждения силовых трансформаторов.
- 72) Нагрузочная способность трансформаторов.
- 73) Особенности автотрансформаторов.
- 74) Регулирование напряжения трансформаторов.
- 75) Динамическое действие токов короткого замыкания.
- 76) Термическое действие токов короткого замыкания.
- 77) Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы. Вопросы к экзамену (2 семестр ОЗФО/ОФО)
- 78) Шинные конструкции.
- 79) Общие сведения о высоковольтных выключателях.
- 80) Масляные выключатели.
- 81) Воздушные выключатели.
- 82) Элегазовые выключатели.
- 83) Электромагнитные выключатели.
- 84) Вакуумные выключатели.
- 85) Выключатели нагрузки.
- 86) Разъединители.
- 87) Отделители и короткозамыкатели.
- 88) Плавкие предохранители.
- 89) Разрядники.
- 90) Измерительные трансформаторы.
- 91) Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Условия выбора.
- 92) Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.

- 93) Блочные схемы.

- 94) Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной.
- 95) Схемы 3/2 и 4/3.
- 96) Виды и источники оперативного тока. Общие сведения.
- 97) Переменный оперативный ток.
- 98) Выпрямленный оперативный ток.
- 99) Постоянный оперативный ток.
- 100) Защитное заземление распределительных устройств.
- 101) Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии
 - 11. Гидроэлектростанции.
 - 12. Турбогенераторы.

Гидрогенераторы

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-3

- 1. Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
- 2. Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
- 3. Электромашинные системы возбуждения генераторов.
- 1. Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
- 2. Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
- 3. Бесщеточное независимое возбуждение генераторов.
- 4. Элементы конструкции трансформаторов.
- 1. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
- 2. Нагрузочная способность трансформаторов.
- 3. Особенности автотрансформаторов.
- 4. Регулирование напряжения трансформаторов.
- 5. Динамическое действие токов короткого замыкания.
- 6. Термическое действие токов короткого замыкания.
- 7. Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы. Вопросы к экзамену (2 семестр ОЗФО/ОФО)
- 8. Шинные конструкции.
- 9. Общие сведения о высоковольтных выключателях.
- 10. Масляные выключатели.
- 11. Воздушные выключатели.
- 12. Элегазовые выключатели.
- 13. Электромагнитные выключатели.
- 14. Вакуумные выключатели.
- 15. Выключатели нагрузки.
- 16. Разъединители.
- 17. Отделители и короткозамыкатели.
- 18. Плавкие предохранители.
- 19. Разрядники.
- 20. Измерительные трансформаторы.

21. Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Условия выбора.
22. Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы

шин.

1. Блочные схемы.
 2. Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной.
- 95) Схемы 3/2 и 4/3.
1. Виды и источники оперативного тока. Общие сведения.
 2. Переменный оперативный ток.
 3. Выпрямленный оперативный ток.
 4. Постоянный оперативный ток.
 5. 64) Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
- 65) Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
- 66) Электромашинные системы возбуждения генераторов.
- 67) Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
- 68) Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
- 69) Бесщеточное независимое возбуждение генераторов.
- 70) Элементы конструкции трансформаторов.
- 71) Системы охлаждения силовых трансформаторов.
- 72) Нагрузочная способность трансформаторов.
- 73) Особенности автотрансформаторов.
- 74) Регулирование напряжения трансформаторов.
- 75) Динамическое действие токов короткого замыкания.
- 76) Термическое действие токов короткого замыкания.
- 77) Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы. Вопросы к экзамену (2 семестр ОЗФО/ОФО)
- 78) Шинные конструкции.
- 79) Общие сведения о высоковольтных выключателях.
- 80) Масляные выключатели.
- 81) Воздушные выключатели.
- 82) Элегазовые выключатели.
- 83) Электромагнитные выключатели.
- 84) Вакуумные выключатели.
- 85) Выключатели нагрузки.

- 86) Разъединители.
- 87) Отделители и короткозамыкатели.
- 88) Плавкие предохранители.
- 89) Разрядники.
- 90) Измерительные трансформаторы.
- 91) Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций. Условия выбора.
- 92) Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы

шин.

- 93) Блочные схемы.
- 94) Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной.
- 95) Схемы 3/2 и 4/3.
- 96) Виды и источники оперативного тока. Общие сведения.
- 97) Переменный оперативный ток.
- 98) Выпрямленный оперативный ток.
- 99) Постоянный оперативный ток.
- 100) Защитное заземление распределительных устройств.
- 101) Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии

6. Защитное заземление распределительных устройств.

Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	-
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне

Оценка	Критерии оценивания
	«удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Выбор силового трансформатора подстанции (ПКР-4).

По исходным данным произвести расчёт трансформируемой мощности и суммарной мощности подстанции и произвести выбор силового трансформатора. Напряжение питания подстанции 110 кВ.

1. Выбор типа и мощности трансформатора по перегрузочной способности трансформатора (ПКР-4).

Выбрать тип и номинальную мощность трансформаторов для понижающей подстанции.

Определить допустимые перегрузки трансформатора. Исходные данные для расчета приводятся.

1. Тепловой расчёт трансформатора (ПКР-4).

При отключении одного из двух параллельно работающих трансформаторов второй работает по двухступенчатому графику, где коэффициент начальной нагрузки $K1 = 0,93$; коэффициент перегрузки $K2 = 1,4$; продолжительность перегрузки в сутки - шесть часов; общее время аварийного режима пять суток.

1. Рассчитать тепловой режим трансформатора и определить температуру окружающей среды, при которой он допустим (ПКР-3). Определить износ изоляции трансформатора за 5 суток его работы по графику аварийного режима.

Исходные данные приводятся.

1. Проверка шин на электродинамическую устойчивость (ПКР-4).

Проверить электродинамическую устойчивость алюминиевых шин по исходным данным

1. Проверка сечения шин на термическую стойкость к токам короткого замыкания (ПКР-4).

Определить минимальное сечение термически устойчивой алюминиевой шины в цепи секционного выключателя подстанции

1. Выбор групповых линейных реакторов (ПКР-4).

2. 1) Выбор силового трансформатора подстанции (ПКР-4).

По исходным данным произвести расчёт трансформируемой мощности и суммарной мощности подстанции и произвести выбор силового трансформатора. Напряжение питания подстанции 110 кВ.

2) Выбор типа и мощности трансформатора по перегрузочной способности трансформатора (ПКР-4).

Выбрать тип и номинальную мощность трансформаторов для понижающей подстанции.

Определить допустимые перегрузки трансформатора. Исходные данные для расчета приводятся.

3) Тепловой расчёт трансформатора (ПКР-4).

При отключении одного из двух параллельно работающих трансформаторов второй работает по двухступенчатому графику, где коэффициент начальной нагрузки $K_1 = 0,93$; коэффициент перегрузки $K_2 = 1,4$; продолжительность перегрузки в сутки - шесть часов; общее время аварийного режима пять суток.

4) Рассчитать тепловой режим трансформатора и определить температуру окружающей среды, при которой он допустим (ПКР-3). Определить износ изоляции трансформатора за 5 суток его работы по графику аварийного режима.

Исходные данные приводятся.

5) Проверка шин на электродинамическую устойчивость (ПКР-4).

Проверить электродинамическую устойчивость алюминиевых шин по исходным данным

6) Проверка сечения шин на термическую стойкость к токам короткого замыкания (ПКР-4).

Определить минимальное сечение термически устойчивой алюминиевой шины в цепи секционного выключателя подстанции

7) Выбор групповых линейных реакторов (ПКР-4).

Выбрать групповые линейные реакторы ЛР, обеспечивающие возможность установки на распределительных подстанциях (РП) выключателей типа ВМП.

Выбрать групповые линейные реакторы ЛР, обеспечивающие возможность установки на распределительных подстанциях (РП) выключателей типа ВМП.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Немировский А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / Немировский А. Е., Сергиевская И. Ю., Крепышева Л. Ю. - 3-е изд., доп. - Москва : НИУ МЭИ, 2018. - 224 с. - Книга из коллекции НИУ МЭИ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7046-1991-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829655&idb=0>.
2. Русина А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем / Русина А. Г., Филиппова Т. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 399 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492047> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-04370-9 : 1219.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786439&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Филиппова Тамара Арсентьевна. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : Учебник для академического бакалавриата / Филиппова Т. А. - Москва : Юрайт, 2017. - 293 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-04375-4 : 719.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=576146&idb=0.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows
Пакет прикладных программ Microsoft Office
Правовая система «Консультант плюс»
Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Федеральный портал. Российское образование: <http://www.edu.ru/>;
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: <http://www.gost.ru/>.
<http://elektromehanika.org/>
Правовая система «Гарант»
Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru
Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>
<http://novostienergetiki.ru>
ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>
ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: www.znaniy.com

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов <http://electrichelp.ru>
Электрика и электроэнергетика <https://pomegerim.ru>
Электричество и электроснабжение <http://engineer-electric.ru>
«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>
База данных «Электрик» <http://www.elektrik.org/>
ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:
Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27
Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30
Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php>
База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>
Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com>
Научная электронная библиотека www.elibrary.ru
База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>
ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими

средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.