

**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
Учёного совета ННГУ
от «14» декабря 2021 г.
протокол № 4.

**ФОНД
оценочных средств
по дисциплине
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ**

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2022

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.02), ориентирована на подготовку выпускников к решению технологического и эксплуатационного типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенций: ПКР-3, определяемое индикаторами ПКР-3.1, 10.2, 10.3 и ПКР-4, определяемое индикатором ПКР-4.1; ПКР-4.2, ПКР-4.3.

Формирование компетенции ПКР-3 начато в ходе освоения дисциплин: Линии передачи электроэнергии и сигналов, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Переходные процессы в электрических цепях, будет продолжено при освоении данной дисциплины и дисциплин: Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем и завершено при проведении Преддипломной практики, Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

Формирование компетенции ПКР-4 начато в ходе освоения Основы теории цепей, Электрорадиотехнические цепи и устройства приёма и передачи сигналов, Сети и системы передачи информации, Электродинамика и распространение радиоволн, Электроника, Электромагнитная совместимость, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Приём, анализ и обработка сигналов, Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем, Теория электрической связи, Линии передачи электроэнергии и сигналов/ Переходные процессы в электрических цепях, продолжено в ходе освоения настоящей дисциплины, будет продолжено в ходе освоения дисциплин Воздействие радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы/Основы релейной защиты и автоматики и завершено при проведении Преддипломной практики и выполнении Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.02.02 Электрические станции и подстанции</i> относится к части ООП направления подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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	
ПКР-3. Способен собирать и	ПКР-3.1. Выполняет сбор и анализ данных для	Знает технологии сбора и анализа данных для проектирования электрических станций и подстанций.	Вопросы к зачёту (очно-заочная

анализировать информацию при проектировании объектов профессиональной деятельности.	проектирования, участвует в составлении конкурентоспособных вариантов технических решений.	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.	форма), вопросы к экзамену, вопросы практических занятий, собеседования, задачи и задания практических занятий и к экзамену
	ПКР-3.2. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.	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.	
ПКР-4. Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности.	ПКР-4.1. Показывает способности участвовать в проектных работах.	Знает устройство и работу электрических станций и подстанций. Умеет применять полученные знания при проведении проектных работ. Владеет способностями участвовать в проектных работах.	Вопросы к зачёту (очно-заочная форма), вопросы к экзамену, вопросы практических занятий, собеседования, задачи и задания практических занятий и к экзамену
	ПКР-4.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	Знает устройство и работу электрических станций и подстанций. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	
	ПКР-4.3. Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования.	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.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	50
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	32
- КСР	2
самостоятельная работа	94
Промежуточная аттестация – экзамен	36

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	59
- занятия лекционного типа	28
- занятия семинарского типа	28
- КСР	3
самостоятельная работа	85
Промежуточная аттестация – зачёт, экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очной форме				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основные понятия и определения	7	1			1	6
2. Графики нагрузки электроустановок	9	2	2		4	5
3. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии	10	1	2		3	7
4. Синхронные генераторы	12	2	3		5	7
5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	20	2	4		6	14
6. Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания	13	1	2		3	10
7. Шинные конструкции, провода, кабели	11	1	2		3	8
8. Электрические аппараты	18	2	4		6	12
9. Главные схемы электростанций и подстанций	14	1	5		6	8
10.Виды и источники оперативного тока	14	1	4		5	9

11. Защитное заземление распределительных устройств	6	1	2		3	3
12. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии	8	1	2		3	5
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	16	32		50	94

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе в очно-заочной форме				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1 семестр	72	12	12		25	47
1. Основные понятия и определения	7	2			2	5
2. Графики нагрузки электроустановок	9	2	2		4	5
3. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии	10	2	2		4	6
4. Синхронные генераторы	12	2	3		5	7
5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	20	2	3		5	15
6. Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания	13	2	2		4	9
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
2 семестр	108	16	16		34	38
7. Шинные конструкции, провода, кабели	10	2	2		4	6
8. Электрические аппараты	18	3	4		7	11
9. Главные схемы электростанций и подстанций	14	4	4		8	6
10. Виды и источники оперативного тока	14	3	4		7	7
11. Защитное заземление распределительных устройств	6	2	1		3	3
12. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии	8	2	1		3	5
КСР	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	28	28		59	85

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

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям. Подготовка к прохождению и прохождению испытаний промежуточной аттестации (зачёт, экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, 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 объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 недочётами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Вопросы к зачёту (1 семестр ОЗФО) /экзамену (ОФО)

Вопросы к экзамену (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.
- 10) Участие электростанций разных типов в формировании общего суточного графика выработки электроэнергии.
- 11) Турбогенераторы.
- 12) Гидрогенераторы.
- 13) Косвенные системы охлаждения синхронных генераторов.
- 14) Непосредственное (форсированное) охлаждение синхронных генераторов.
- 15) Общие сведения о системах возбуждения генераторов.
- 16) Электромашинные системы возбуждения генераторов.
- 17) Независимое высокочастотное возбуждение генераторов с полупроводниковыми выпрямителями.
- 18) Независимое тиристорное возбуждение генераторов.
- 19) Бесщеточное независимое возбуждение генераторов.
- 20) Самовозбуждение генераторов с полупроводниковыми преобразователями.
- 21) Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
- 22) Автоматическое регулирование возбуждения.
- 23) Общие сведения о силовых трансформаторах и автотрансформаторах.
- 24) Номинальные параметры трансформаторов.

- 25) Схемы и группы соединения обмоток.
- 26) Элементы конструкции трансформаторов.
- 27) Системы охлаждения силовых трансформаторов.
- 28) Нагрузочная способность трансформаторов.
- 29) Особенности автотрансформаторов.
- 30) Регулирование напряжения трансформаторов.
- 31) Динамическое действие токов короткого замыкания.
- 32) Термическое действие токов короткого замыкания.
- 33) Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы.
- 34) Шинные конструкции.
- 35) Общие сведения о высоковольтных выключателях.
- 36) Масляные выключатели.
- 37) Воздушные выключатели.
- 38) Элегазовые выключатели.
- 39) Электромагнитные выключатели.
- 40) Вакуумные выключатели.
- 41) Выключатели нагрузки.
- 42) Разъединители.
- 43) Отделители и короткозамыкатели.
- 44) Плавкие предохранители.
- 45) Разрядники.
- 46) Измерительные трансформаторы.
- 47) Главные схемы распределительных устройств электростанций и подстанций.

Условия выбора.

48) Одна рабочая система шин, секционированная выключателем. Две рабочие системы шин.

- 49) Блочные схемы.
- 50) Одна рабочая система шин с обходной. Две рабочие системы шин с обходной.
- 51) Схемы 3/2 и 4/3.
- 52) Виды и источники оперативного тока. Общие сведения.
- 53) Переменный оперативный ток.
- 54) Выпрямленный оперативный ток.
- 55) Постоянный оперативный ток.
- 56) Защитное заземление распределительных устройств.
- 57) Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии
- 58) Паротурбинные конденсационные станции.
- 59) Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).
- 60) Газотурбинные станции (ГТУ).
- 61) Гидроэлектростанции.
- 62) Турбогенераторы.
- 63) Гидрогенераторы.

Вопросы к экзамену (ПКР-3)

- 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

5.2.2 Задачи к зачёту (ОЗФО) и собеседованию (ПКР-3, ПКР-4)

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.

5.2.3 Вопросы практических занятий (ПКР-4)

1 семестр ОЗФО

- 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.

Вопросы практических занятий (ПКР-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.

5.2.4 Типовые задачи практических занятий (ПКР-3, 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;
- 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.

5.2.5 Типовые задачи к экзамену

- 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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

- а) Основная литература:

1. 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: 02.06.2022).

- б) Дополнительная литература:

1. Русина А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 399 с. (Доступно в ЭБС «ЮРАЙТ»)

Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/50003A9D-089F-42AB-B1BD-700331A6D255/rezhimy-elektricheskikh-stanciy-i-elektroenergeticheskikh-sistem>

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

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

г) 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 «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- [Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов http://electrichelp.ru](http://electrichelp.ru)
- [Электрика и электроэнергетика https://pomegerim.ru](https://pomegerim.ru)
- [Электричество и электроснабжение http://enginer-electric.ru](http://enginer-electric.ru)
- «Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>

[26.10.19]

- База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/> [26.10.19]
- ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:
- Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27 [26.10.19]
- Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
- Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php> [26.10.19]
- База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple> [26.10.19]
- Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]
- Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
- База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>

[26.10.19]

- База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]
- ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
- Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории электронной техники, микропроцессоров и микропроцессорных систем, электрических измерений, оснащённой комплектами лабораторного оборудования, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор:

к.т.н., доцент Беянин И.В.

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании
методической комиссии Балахнинского филиала ННГУ
10.12.2021 г., протокол № 4.