**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 ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

# Рабочая программа дисциплины

## ЭЛЕКТИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Уровень высшего образования
**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки
**13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Направленность (профиль) образовательной программы
**ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА**

Квалификация

**БАКАЛАВР**

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

## Лист актуализации

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

## 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 эксплуатационного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-3, определяемое индикаторами ПК-3.3, 3.4, и компетенции ПК 4, определяемое индикаторами ПК4.3, 4.4.

Формирование компетенции ПК-3 начато в ходе освоения дисциплины Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем (3.4), будет продолжено при освоении дисциплин Основы релейной защиты и автоматики (ПК-3.4) и будет завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Формирование компетенции ПК-4 начато в ходе освоения дисциплин Основы экономики (ПК-4.6), Техника высоких напряжений (ПК-4.2, 4.4), Электроника (ПК-3.3), Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем (ПК-4.2, 4.3), Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод (ПК-4.2, 4.5), будет продолжено при освоении дисциплин Основы релейной защиты и автоматики (ПК-4.4), Технологии производства и эксплуатации радиотехнических систем (ПК-4.1, 4.6) и будет завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

## 2. 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** | |
| ПК-3 Способен участвовать в планировании и контроле обслуживания объектов электротехники и электрорадиотехнических систем | ПК-3.3. Применяет знания экономики при организации, планировании и управлении производством электроэнергетических систем.<br>ПК-3.4. Применяет методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов энергетики, электроснабжения, построения и эксплуатации систем автоматизации, управления и защиты электротехнических и электрорадиотехнических систем с применением средств электрорадиоавтоматики. | Знает основы энергетики, принципы планирования и управления электроэнергетических комплексов.<br>Умеет применять методы и средства планирования, мониторинга, контроля технического обслуживания и ремонта, исходя из знания общих принципов построения и эксплуатации систем автоматизации, управления и защиты электротехнических систем.<br>Владеет навыком выбора рационального построения электрических станции и подстанций. | Вопросы к экзамену,<br>Задачи для зачёта,<br>Вопросы практических занятий,<br>Задачи практических занятий,<br>Задачи к экзамену |
| ПК-4. Способен участвовать в тех- | ПК-4.3. Применяет методы и средства контроля техническо- | Знает основы энергетики, принципы построения | Вопросы к экзамену, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ническом сопровождении и контроле эксплуатации объектов электротехники и электрорадиотехнических систем | го состояния и эксплуатации электроники, силовой электроники.<br>ПК-4.4. Применяет методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации электронной автоматики, релейной защиты и автоматизации электротехнических систем, радиоэлектронного оборудования. | электрических станций и подстанций.<br>Умеет применять методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации элементов конструкций электрических станций и подстанций.<br>Владеет навыками анализа работы схем электростанций и подстанций. | Задачи для зачёта,<br>Вопросы практических занятий,<br>Задачи практических занятий,<br>Задачи к экзамену |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоёмкость дисциплины

| | очно-заочная форма обучения |
|---|---|
| Общая трудоёмкость | 5 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 180 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа):<br>- занятия лекционного типа<br>- занятия семинарского типа<br>- КСР | 59<br>28<br>28<br>3 |
| самостоятельная работа | 85 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

### 3.2. Содержание дисциплины

| **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. Основные понятия и определения | 6 | 2 | | | 2 | 4 |
| 2. Графики нагрузки электроустановок | 9 | 2 | 1 | | 3 | 6 |
| 3. Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии | 9 | 2 | 1 | | 3 | 6 |
| 4. Синхронные генераторы | 12 | 3 | 3 | | 6 | 6 |
| 5. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы | 20 | 4 | 4 | | 8 | 12 |
| 6. Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания | 13 | 3 | 2 | | 5 | 8 |
| 7. Шинные конструкции, про- | 10 | 2 | 2 | | 4 | 6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| вода, кабели | | | | | | |
| 8. Электрические аппараты | 20 | 3 | 4 | | 7 | 13 |
| 9. Главные схемы электростанций и подстанций | 14 | 2 | 4 | | 6 | 8 |
| 10. Виды и источники оперативного тока | 14 | 2 | 4 | | 6 | 8 |
| 11. Защитное заземление распределительных устройств | 6 | 1 | 1 | | 2 | 4 |
| 12. Защита распределительных устройств от прямых ударов молнии | 8 | 2 | 2 | | 4 | 4 |
| КСР | 3 | | | | 3 | |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 | | | | | |
| Итого | 180 | 28 | 28 | | 59 | 85 |

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.

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 выключате- лем. 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 прохождение 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** | | | | |
| Знания | 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 ошибки. | 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. |
| Умения | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некото- | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некото- | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без оши- | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочё- | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | Имели место грубые ошибки. | рыми недочётами | рыми недочётами. | бок и недочётов. | тов. | |

**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 экзамену (ПК-3)**

1) Основные понятия и определения.
2) Классификация графиков нагрузки.
3) Параметры графиков нагрузки.
4) Классификация тепловых электростанции.
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

**Вопросы к экзамену (ПК-4)**

58) Паротурбинные конденсационные станции.
59) Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ).

60) Газотурбинные станции (ГТУ).
61) Гидроэлектростанции.
62) Турбогенераторы.
63) Гидрогенераторы.
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.
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 (ПК-3, ПК-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, произ-

вести выбор питающих и отходящих линий к потребителям, выполнить защиту подстанции от прямых ударов молнии.

### 5.2.3 Вопросы практических занятий (ПК-3)

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) Бесщеточное 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.
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

**Вопросы практических занятий (ПК-3)**

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

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) Бесщеточное 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.
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 (ПК-3)

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 для оценки компетенций ПК-3, ПК-4

1) Выбор силового трансформатора подстанции.

По исходным данным произвести расчет 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.

Выбрать тип и номинальную мощность трансформаторов для понижающей подстанции. Определить допустимые перегрузки трансформатора. Исходные данные для расчета приводятся.

3) Тепловой расчет трансформатора.

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. Определить износ изоляции трансформатора за 5 суток его работы по графику аварийного режима.

Исходные данные приводятся.

5) Проверка шин на электродинамическую устойчивость.

Проверить электродинамическую устойчивость алюминиевых шин по исходным данным

6) Проверка сечения шин на термическую стойкость к токам короткого замыкания.

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

7) Выбор групповых линейных реакторов.

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., Сергиевская И.Ю. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций. – М.: Инфра-Инженерия, 2020. – 148 с. (Доступно в ЭБС «Знаниум»)
Режим доступа: https://znanium.com/catalog/document?id=361762 [10.10.2020]

*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-elektricheskih-stanciy-i-elektroenergeticheskih-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
– Электрика и электроэнергетика https://pomegerim.ru
– Электричество и электроснабжение 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.