

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем  
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ»**

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Дубицкий Михаил  
Александрович  
Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Утвердил и согласовал: Федосов Денис  
Сергеевич  
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Электрические станции и подстанции» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

| <b>Код, наименование компетенции</b>                                                                                                                   | <b>Код индикатора компетенции</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ПКР-2 Способность к оформлению технической документации на различных стадиях разработки проекта объекта профессиональной деятельности                  | ПКР-2.2, ПКР-2.5                  |
| ПКС-1 Способность анализировать и принимать технические решения по перевооружению и реконструкции электрических станций и электроэнергетических систем | ПКС-1.2, ПКС-1.4                  |

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

| <b>Код индикатора</b> | <b>Содержание индикатора</b>                                                                                                                                                                           | <b>Результат обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКР-2.2               | Демонстрирует понимание конструкции, принципов действия и основных технических параметров электрического оборудования для его использования при разработке проектов электрических станций и подстанций | <b>Знать</b> конструкцию и принцип действия, условия выбора и проверки электрооборудования электрических станций и подстанций.<br><b>Уметь</b> рассчитывать нормальные и аварийные режимы работы электрических станций и подстанций для выбора электрооборудования станций и подстанций.<br><b>Владеть</b> навыками выбора электрооборудования электрических станций и подстанций при проектировании.                                     |
| ПКР-2.5               | Выбирает структурные электрические схемы и силовое электрооборудование электрических станций и подстанций, обосновывает технико-экономическую эффективность принятых проектных решений                 | <b>Знать</b> структурные схемы электрических станций и подстанций, принципиальные схемы распределительных устройств, условия обоснования и выбора схем, расстановку оборудования в схемах.<br><b>Уметь</b> рассчитывать капиталовложения, эксплуатационные издержки и показатели эффективности инвестиций при выполнении технико-экономических расчетов.<br><b>Владеть</b> навыками технико-экономического обоснования проектных решений. |
| ПКС-1.2               | Анализирует типовые                                                                                                                                                                                    | <b>Знать</b> нормативно-технические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | технические решения по выбору электрооборудования электростанций и подстанций                                           | <p>документы по проектированию и эксплуатации электрических станций и подстанций, типовые технические решения.</p> <p><b>Уметь</b> выбирать электрооборудование электрических станций и подстанций на основе нормативно-технических документов.</p> <p><b>Владеть</b> навыками использования типовых технических решений при выборе электрооборудования электростанций и подстанций.</p>                                                                                                                                                              |
| ПКС-1.4 | Принимает новые технические решения по строительству, реконструкции и перевооружению электрических станций и подстанций | <p><b>Знать</b> номенклатуру работ при строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении электрических станций и подстанций, перспективные технологии на электрических станциях и подстанциях.</p> <p><b>Уметь</b> составлять проекты производства работ по строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению электрических станций и подстанций.</p> <p><b>Владеть</b> навыками технического и инвестиционного обоснования применения перспективных технологий на электрических станциях и подстанциях.</p> |

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электрические станции и подстанции» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника», «Общая энергетика», «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение», «Прикладная физика в электроэнергетике», «Электрические машины»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электроснабжение», «Оперативные переключения в электроустановках», «Нетрадиционные источники электроэнергии», «Проектирование и конструирование электрической части станций и подстанций», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Техника высоких напряжений», «Надежность в электроэнергетике», «Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций», «Испытания электротехнического оборудования», «Режимы работы электрооборудования станций и подстанций», «Электротехнологические системы и управление ими», «Проектирование технологической схемы электростанций и СН», «Автоматика электрических станций и систем»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

| Вид учебной работы                                              | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |             |                 |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
|                                                                 | Всего                                                                                                         | Семестр № 5 | Семестр № 6     |
| Общая трудоемкость дисциплины                                   | 216                                                                                                           | 144         | 72              |
| Аудиторные занятия, в том числе:                                | 96                                                                                                            | 64          | 32              |
| лекции                                                          | 32                                                                                                            | 32          | 0               |
| лабораторные работы                                             | 32                                                                                                            | 16          | 16              |
| практические/семинарские занятия                                | 32                                                                                                            | 16          | 16              |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)         | 84                                                                                                            | 44          | 40              |
| Трудоемкость промежуточной аттестации                           | 36                                                                                                            | 36          | 0               |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Зачет с оценкой, Экзамен                                                                                      | Экзамен     | Зачет с оценкой |

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 5

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины                                            | Виды контактной работы |              |    |              |         |              | СРС  |              | Форма<br>текущего<br>контроля |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|----|--------------|---------|--------------|------|--------------|-------------------------------|
|          |                                                                                         | Лекции                 |              | ЛР |              | ПЗ(СЕМ) |              |      |              |                               |
|          |                                                                                         | №                      | Кол.<br>Час. | №  | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №    | Кол.<br>Час. |                               |
| 1        | 2                                                                                       | 3                      | 4            | 5  | 6            | 7       | 8            | 9    | 10           | 11                            |
| 1        | Общие сведения о<br>производстве и<br>распределении<br>электроэнергии                   | 1                      | 2            |    |              | 1       | 2            | 3, 4 | 3            | Проверочн<br>ая работа        |
| 2        | Электростанции                                                                          | 2                      | 4            |    |              | 2       | 2            | 3, 4 | 3            | Проверочн<br>ая работа        |
| 3        | Основное<br>оборудование<br>электрических<br>станций и<br>подстанций                    | 3                      | 2            |    |              | 3       | 2            | 3, 4 | 3            | Проверочн<br>ая работа        |
| 4        | Расчет<br>продолжительных<br>режимов работы<br>электрических<br>станций и<br>подстанций | 4                      | 2            |    |              | 4       | 2            | 3, 4 | 3            | Проверочн<br>ая работа        |
| 5        | Расчет<br>кратковременных                                                               | 5                      | 2            |    |              | 5       | 2            | 3, 4 | 3            | Проверочн<br>ая работа        |

|    |                                                                                                     |    |   |               |    |   |   |            |    |                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---------------|----|---|---|------------|----|------------------------------|
|    | аварийных режимов работы электрических станций и подстанций                                         |    |   |               |    |   |   |            |    |                              |
| 6  | Выбор главных схем электростанций и подстанций                                                      | 6  | 2 |               |    | 6 | 2 | 3, 4       | 3  | Проверочная работа           |
| 7  | Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций                                | 7  | 2 |               |    | 7 | 2 | 3, 4       | 3  | Проверочная работа           |
| 8  | Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций       | 8  | 2 |               |    | 8 | 2 | 1, 3       | 3  | Контрольная работа           |
| 9  | Высоковольтные выключатели                                                                          | 9  | 2 | 1, 2, 3, 4, 5 | 10 |   |   | 2, 3       | 11 | Отчет по лабораторной работе |
| 10 | Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях | 10 | 2 | 6             | 2  |   |   | 2, 3       | 3  | Отчет по лабораторной работе |
| 11 | Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях            | 11 | 2 | 7             | 2  |   |   | 2, 2, 3, 3 | 6  | Отчет по лабораторной работе |
| 12 | Конструкции токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор | 12 | 2 | 8             | 2  |   |   |            |    | Отчет по лабораторной работе |
| 13 | Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций                          | 13 | 2 |               |    |   |   |            |    | Устный опрос                 |
| 14 | Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях                                   | 14 | 2 |               |    |   |   |            |    | Устный опрос                 |
| 15 | Собственные                                                                                         | 15 | 2 |               |    |   |   |            |    | Устный                       |

|  |                                   |  |    |  |    |  |    |  |    |         |
|--|-----------------------------------|--|----|--|----|--|----|--|----|---------|
|  | нужды электростанций и подстанций |  |    |  |    |  |    |  |    | опрос   |
|  | Промежуточная аттестация          |  |    |  |    |  |    |  | 36 | Экзамен |
|  | Всего                             |  | 32 |  | 16 |  | 16 |  | 80 |         |

### Семестр № 6

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины                                                                       | Виды контактной работы |              |            |              |         |              | СРС           |              | Форма<br>текущего<br>контроля       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|------------|--------------|---------|--------------|---------------|--------------|-------------------------------------|
|          |                                                                                                                    | Лекции                 |              | ЛР         |              | ПЗ(СЕМ) |              |               |              |                                     |
|          |                                                                                                                    | №                      | Кол.<br>Час. | №          | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №             | Кол.<br>Час. |                                     |
| 1        | 2                                                                                                                  | 3                      | 4            | 5          | 6            | 7       | 8            | 9             | 10           | 11                                  |
| 1        | Выбор режимов<br>работы нейтралей<br>в<br>электроустановка<br>х.                                                   |                        |              | 1, 2,<br>3 | 6            |         |              | 3, 4          | 6            | Отчет по<br>лаборатор<br>ной работе |
| 2        | Компоновка<br>распределительн<br>ых устройств<br>электростанций и<br>подстанций                                    |                        |              |            |              | 1, 2    | 4            | 2, 5          | 6            | Контрольн<br>ая работа              |
| 3        | Выбор<br>автотрансформато<br>ров и<br>токоограничиваю<br>щих реакторов на<br>электростанциях<br>и подстанциях      |                        |              | 4, 5       | 4            | 3       | 2            | 2, 3,<br>4, 5 | 10           | Решение<br>задач                    |
| 4        | Выбор<br>измерительных<br>трансформаторов<br>тока и<br>напряжения на<br>электрических<br>станциях и<br>подстанциях |                        |              | 6          | 2            | 4       | 2            | 1, 3,<br>4    | 6            | Проверочн<br>ая работа              |
| 5        | Выбор схемы и<br>трансформаторов<br>собственных<br>нужд<br>электростанций и<br>подстанций                          |                        |              | 7          | 2            | 5       | 2            |               |              | Контрольн<br>ая работа              |
| 6        | Расчет<br>молниезащиты<br>электрических<br>станций и<br>подстанций                                                 |                        |              | 8          | 2            | 6       | 2            | 2, 5          | 4            | Проверочн<br>ая работа              |
| 7        | Защита<br>электрооборудова<br>ния<br>электрических<br>станций и<br>подстанций от<br>перенапряжений                 |                        |              |            |              | 7       | 2            | 2, 5          | 4            | Проверочн<br>ая работа              |
| 8        | Расчет заземления<br>электрических<br>станций и<br>подстанций                                                      |                        |              |            |              | 8       | 2            | 2, 5          | 4            | Проверочн<br>ая работа              |

|  |                          |  |  |  |    |  |    |  |    |                 |
|--|--------------------------|--|--|--|----|--|----|--|----|-----------------|
|  | Промежуточная аттестация |  |  |  |    |  |    |  |    | Зачет с оценкой |
|  | Всего                    |  |  |  | 16 |  | 16 |  | 40 |                 |

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 5

| № | Тема                                                         | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Общие сведения о производстве и распределении электроэнергии | Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техно-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Режимы работы нейтралей в электроустановках.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2 | Электростанции                                               | ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электростанций (КЭС) и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС и ТЭЦ. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС и ГАЭС. Устройство газотурбинных электростанций (ГТЭС) и парогазовых электростанций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС и ПГЭС. Устройство и технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Совместная работа ВЭС и/или СЭС с электростанциями других типов. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии на ПЭС. |

|   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                    | Системы аккумулирования энергии. Схемы и принципы работы аккумулирующих устройств. Техничко-экономические показатели КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и ГАЭС, ГТЭС, ПГЭС, ГеоТЭС, ВЭС, СЭС и ПЭС. Маневренность электростанций. Участие различных типов электростанций в покрытии электрической нагрузки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3 | Основное оборудование электрических станций и подстанций                           | Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы. Синхронные компенсаторы. Статические компенсирующие устройства. Типы трансформаторов. Параметры трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов. Допустимые систематические и аварийные перегрузки. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов. |
| 4 | Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций           | Расчет токов продолжительных режимов в цепях генератора, двухобмоточного трансформатора, трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора, линий электропередачи, цепи секционных шиносоединительных выключателей, сборных шин, групповых реакторов. Расчетные максимальные токи нормальных, ремонтных и послеаварийных режимов для токоведущих частей и электроаппаратов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций | Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и аperiodическая составляющая токов КЗ. Расчет трехфазных, двухфазных и однофазных токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ. Ограничение токов короткого замыкания. Конструкция и параметры реакторов. Сверхпроводниковые ограничители токов КЗ. Выбор реакторов и сверхпроводниковых ограничителей.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6 | Выбор главных схем электростанций и подстанций                                     | Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Структурные схемы электростанций и подстанций. Элементы структурной схемы и их условно-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                     | графические обозначения. Обоснование и выбор структурных схем электростанций и подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов электрических станций и подстанций. Техно-экономические расчеты при выборе главной схемы электрических соединений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7  | Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций                                | Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Схемы с одной секционированной системой шин и с обходной системой шин. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Схема трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя. Схема трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора схем. Расстановка оборудования в схемах. |
| 8  | Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций       | Размыкание цепей большой мощности электростанций и подстанций. Строение дуги. Принципы гашения электрической дуги. Виды дугогасительных устройств в аппаратах до и выше 1 кВ. Условия выбора и проверки коммутационных аппаратов электрических станций и подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 9  | Высоковольтные выключатели                                                                          | Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры выключателей. Конструкции масляного бакового и горшкового выключателей, воздушных, элегазовых, вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки конструкций. Условия выбора и проверки выключателей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 | Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях | Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей, предохранителей. Параметры аппаратов. Условия выбора и проверки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 11 | Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях            | Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы. Требования к измерительным устройствам по передаче информации в диспетчерские центры. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН) и трансформаторы тока (ТК). Назначение, параметры, классы точности обмоток, схемы соединения обмоток ТН и их заземление. Конструкции ТН и выбор. Назначение, параметры,                                                                                                                                                                                                                           |

|    |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                     | классы точности обмоток, схемы соединения обмоток ТТ и их заземление. Конструкции ТТ и выбор.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12 | Конструкции токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор | Конструкции воздушных линий электропередачи. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Изоляторы. Классификация изоляторов. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки кабелей. Допустимые токовые нагрузки проводников. Условия выбора и проверки токоведущих частей. Выбор и проверка изоляторов. |
| 13 | Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций                          | Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).                                                                                |
| 14 | Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях                                   | Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств.                                                                                    |
| 15 | Собственные нужды электростанций и подстанций                                                       | Механизмы, электроприемники и схемы собственных нужд КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ГТЭС, ПГЭС, ГеоТЭС, ВЭС, СЭС и ПЭС, электроподстанций.                                                                                                                                                                                                                              |

#### Семестр № 6

| № | Тема                                                | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках. | Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью. Электроустановки с изолированной нейтралью. Однофазное замыкание на землю в электроустановке с изолированной нейтралью. Опасность дуговых и перемежающихся дуговых замыканий на землю. Компенсация емкостного тока замыкания на землю. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Дугогасящие реакторы. Контроль изоляции в электроустановках с изолированной и резонансно-заземленной нейтралью. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью. Однофазные короткие замыкания на землю в электроустановках с глухим заземлением нейтрали. Уменьшение токов однофазного короткого замыкания на землю путем частичного разземления нейтралей или применением |

|   |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                               | <p>токоограничивающих сопротивлений, включаемых в нейтрали. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали. Преимущества и недостатки различных режимов нейтралей электроустановок. Выбор режимов нейтралей в электроустановках до 1 кВ и выше 1 кВ. Требования к заземляющим устройствам нейтралей электроустановок.</p>                                |
| 2 | Компоновка распределительных устройств электростанций и подстанций                            | <p>ОРУ на унифицированных конструкциях. Компоновка ОРУ с расположением оборудования в один, два и три ряда. Типовые проекты ЗРУ.</p>                                                                                                                                                                                                                          |
| 3 | Выбор автотрансформаторов и токоограничивающих реакторов на электростанциях и подстанциях     | <p>Конструкция автотрансформатора. Режимы работы автотрансформаторов. Нагрузочная способность автотрансформаторов. Выбор автотрансформаторов. Конструкция реакторов. Режимы работы сдвоенных реакторов. Выбор реакторов.</p>                                                                                                                                  |
| 4 | Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения на электрических станциях и подстанциях | <p>Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы. Требования к измерительным устройствам по передаче информации в диспетчерские центры. Расстановка ТТ и ТН в схемах РУ. Требования к числу обмоток ТТ и ТН. Расчет вторичных нагрузок ТТ и ТН. Выбор ТТ и ТН.</p>                                              |
| 5 | Выбор схемы и трансформаторов собственных нужд электростанций и подстанций                    | <p>Классификация потребителей собственных нужд по категориям ответственности и по длительности отключения. Расчет электрических нагрузок собственных нужд. Методы расчета электрических нагрузок. Выбор схемы собственных нужд в зависимости от категорий ответственности и длительности отключения потребителей. Выбор трансформаторов собственных нужд.</p> |
| 6 | Расчет молниезащиты электрических станций и подстанций                                        | <p>Защита от прямых ударов молнии. Надежность молниезащиты. Типовые зоны защиты стержневых и тросовых молниеотводов. Молниеприемная сетка. Метод наложения. Расчет зон молниезащиты стержневых и тросовых молниеотводов. Молниезащита зданий. Молниезащита ОРУ.</p>                                                                                           |
| 7 | Защита электрооборудования электрических станций и подстанций от перенапряжений               | <p>Грозовые и внутренние перенапряжения. Характеристики перенапряжений. Ограничение перенапряжений. Защитные искровые промежутки. Трубочатые разрядники. Вентильные разрядники. Нелинейные ограничители перенапряжений. Выбор защитных аппаратов.</p>                                                                                                         |
| 8 | Расчет заземления электрических станций и подстанций                                          | <p>Заземляющие устройства электростанций и подстанций. Предпроектные изыскания и подготовка исходных данных для расчета</p>                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |  |                                                                                                                                                |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | заземления. Конструктивное выполнение заземляющих устройств в сетях с различным заземлением нейтрали. Расчет параметров заземляющих устройств. |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 5

| № | Наименование лабораторной работы                | Кол-во академических часов |
|---|-------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Масляные выключатели                            | 2                          |
| 2 | Воздушные выключатели                           | 2                          |
| 3 | Электромагнитные и вакуумные выключатели        | 2                          |
| 4 | Элегазовые выключатели                          | 2                          |
| 5 | Выключатели нагрузки                            | 2                          |
| 6 | Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели    | 2                          |
| 7 | Трансформаторы напряжения и тока                | 2                          |
| 8 | Токопроводы. Изоляторы. Плавкие предохранители. | 2                          |

##### Семестр № 6

| № | Наименование лабораторной работы                                                                                                           | Кол-во академических часов |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Исследование работы сети с изолированной нейтралью                                                                                         | 2                          |
| 2 | Исследование работы сети с резонансно-заземлённой нейтралью                                                                                | 2                          |
| 3 | Исследование работы сети с эффективно-заземлённой нейтралью                                                                                | 2                          |
| 4 | Режимы работы автотрансформатора                                                                                                           | 2                          |
| 5 | Токоограничивающие реакторы                                                                                                                | 2                          |
| 6 | Проверка правильности разметки полярности выводов обмоток трансформаторов тока. Определение коэффициента трансформации трансформатора тока | 2                          |
| 7 | Управления приводом выключателя                                                                                                            | 2                          |
| 8 | Проверка правильности соединения вторичных цепей трансформатора тока                                                                       | 2                          |

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 5

| № | Темы практических (семинарских) занятий                            | Кол-во академических часов |
|---|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Графики электрических нагрузок                                     | 2                          |
| 2 | Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции | 2                          |
| 3 | Выбор силовых трансформаторов на                                   | 2                          |

|   |                                                                                                                  |   |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   | электрических станциях и подстанциях                                                                             |   |
| 4 | Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций                                         | 2 |
| 5 | Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях                                                | 2 |
| 6 | Технико-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций | 2 |
| 7 | Выбор схем распределительных устройств                                                                           | 2 |
| 8 | Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей                                             | 2 |

#### Семестр № 6

| № | Темы практических (семинарских) занятий                 | Кол-во академических часов |
|---|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Компоновка распределительных устройств                  | 2                          |
| 2 | Выбор гибких и жестких шин распределительных устройств. | 2                          |
| 3 | Выбор автотрансформаторов. Выбор реакторов.             | 2                          |
| 4 | Выбор трансформаторов тока и напряжения                 | 2                          |
| 5 | Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов          | 2                          |
| 6 | Расчет зон защиты молниеотводов                         | 2                          |
| 7 | Выбор ограничителей перенапряжений                      | 2                          |
| 8 | Расчет параметров заземляющих устройств                 | 2                          |

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

| № | Вид СРС                                                   | Кол-во академических часов |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям                        | 2                          |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 16                         |
| 3 | Проработка разделов теоретического материала              | 12                         |
| 4 | Расчетно-графические и аналогичные работы                 | 14                         |

##### Семестр № 6

| № | Вид СРС                                                   | Кол-во академических часов |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Подготовка к контрольным работам                          | 2                          |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям                        | 10                         |
| 3 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 8                          |
| 4 | Подготовка к сдаче и защите отчетов                       | 6                          |
| 5 | Расчетно-графические и аналогичные работы                 | 14                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: анализ ситуаций и проектный метод.

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Семестр №5

Работа № 1 Графики электрических нагрузок

Цель работы: ознакомиться с построением суточных и годовых графиков электрических нагрузок, научиться рассчитывать показатели графиков электрических нагрузок.

Работа № 2 Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции

Цель работы: ознакомиться с построением суточных и годовых графиков электрических нагрузок, научиться рассчитывать показатели графиков электрических нагрузок.

Работа № 3 Выбор трансформаторов связи на электростанциях

Цель работы: ознакомиться с условиями выбора числа и мощности силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях, с методикой проверки выбранных трансформаторов.

Работа № 4 Определение расчетных токов

Цель работы: ознакомиться с режимами работы электроустановок, научиться определять расчетные величины токов и мощностей для выбора электрооборудования и токоведущих частей в отдельных цепях электроустановок.

Работа № 5 Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях

Цель работы: ознакомиться с расчетом токов короткого замыкания для выбора электрооборудования, научиться рассчитывать токи короткого замыкания.

Работа № 6 Техничко-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций

Цель работы: ознакомиться со статическими методами оценки эффективности инвестиций в энергетику, условиями сопоставимости вариантов, научиться выполнять технико-экономические расчеты в энергетике, используя простые показатели.

Работа № 7 Выбор схем распределительных устройств

Цель работы: ознакомиться с требованиями к схемам электрических соединений распределительных устройств, с условиями обоснования и выбора схем, расстановкой оборудования в схемах.

Решить задачу: Начертить схему распределительного устройства с одной секционированной системой сборных шин и с обходной системой шин 110-12. Пять линий и два трансформатора.

Работа № 8 Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Цель работы: ознакомиться с условиями выбора и проверки выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Работа № 8 Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Цель работы: ознакомиться с условиями выбора и проверки выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Работа № 3 Выбор гибких и жестких шин распределительных устройств

Цель работы: ознакомиться с условиями выбора и проверки жестких шин, научиться выбирать жесткие шины, ознакомиться с условиями выбора и проверки гибких шин, научиться выбирать гибкие шины.

Работа № 4 Выбор трансформаторов тока и напряжения

Цель работы: ознакомиться с системой измерения на подстанции, научиться определять вторичные нагрузки трансформаторов тока и напряжения.

Работа № 5 Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов

Цель работы: ознакомиться с проведением расчета электрических нагрузок собственных нужд электростанций и подстанций.

Работа № 6 Расчет зон защиты молниеотводов

Цель работы: ознакомиться с устройством молниезащиты электростанций и подстанций, научиться рассчитывать зоны защиты молниеотводов.

Работа № 7 Защита электрооборудования электростанций и подстанций от перенапряжений

Цель работы: ознакомиться с устройствами защиты от набегающих волн перенапряжений, научиться определять возможные перенапряжения.

Работа № 8 Расчет параметров заземляющих устройств

Цель работы: ознакомиться с устройством заземления и требованиям к заземляющим устройствам электростанций и подстанций, научиться рассчитывать заземление.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 1, 2017. - 142.

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 2, 2017. - 86.

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Семестр №5

Тема №1 Общие сведения о производстве и распределении электроэнергии

Указания: изучить тему «Общие сведения о производстве и распределении электроэнергии» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Графики электрических нагрузок»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №2 Электростанции

Указания: изучить тему «Электростанции» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №3 Основное оборудование электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Основное оборудование электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №4 Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №5 Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Расчет кратковременных аварийных режимов работы электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №6 Выбор главных схем электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор главных схем электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Технико-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №7 Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Схемы распределительных устройств электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор схем распределительных устройств»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №8 Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Дуговые процессы при коммутациях электрическими аппаратами электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к контрольной работе по теме «Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №9 Высоковольтные выключатели

Указания: изучить тему «Высоковольтные выключатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Масляные выключатели», «Воздушные выключатели», «Электромагнитные и вакуумные выключатели», «Элегазовые выключатели», «Выключатели нагрузки»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №10 Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Коммутационные аппараты, кроме высоковольтных выключателей, на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к контрольной работе по теме «Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей»; подготовиться к лабораторным работам по темам «Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №11 Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Система измерений и измерительные трансформаторы на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Трансформаторы напряжения и тока»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №12 Конструкции токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор

Указания: изучить тему «Конструкции токоведущих частей электрических станций и подстанций, линий электропередачи и их выбор» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторной работе «Токопроводы. Изоляторы. Плавкие предохранители», по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №13 Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор главных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №14 Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях  
Указания: изучить тему «Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор числа и мощности трансформаторов на электростанциях и подстанциях», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №15 Собственные нужды электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Собственные нужды электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Система измерения на электростанциях и подстанциях. Выбор трансформаторов тока и напряжения», решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

## Семестр №6

Тема №1 Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках

Указания: изучить тему «Выбор режимов работы нейтралей в электроустановках» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Исследование работы сети с изолированной нейтралью», «Исследование работы сети с резонансно-заземлённой нейтралью», «Исследование работы сети с эффективно-заземлённой нейтралью»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №2 Компоновка распределительных устройств электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Компоновка распределительных устройств»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №3 Выбор автотрансформаторов и токоограничивающих реакторов на электростанциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Выбор автотрансформаторов и токоограничивающих реакторов на электростанциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор автотрансформаторов. Выбор реакторов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по теме «Режимы работы автотрансформатора» и «Выбор реакторов»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

Тема №4 Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения на электрических станциях и подстанциях

Указания: изучить тему «Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения на электрических станциях и подстанциях» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к контрольной работе по теме «Выбор трансформаторов тока и напряжения»; подготовиться к лабораторным работам по темам «Проверка правильности разметки полярности выводов обмоток трансформаторов тока. Определение коэффициента трансформации трансформатора тока», «Снятие характеристики намагничивания магнитопровода трансформатора тока. Проверка правильности соединения вторичных цепей трансформатора тока» по завершению лабораторных работ подготовить отчеты и защитить.

Тема №5 Выбор схемы и трансформаторов собственных нужд электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор схемы и трансформаторов собственных нужд электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Выбор схемы

собственных нужд и трансформаторов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по теме «Управления приводом выключателя»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

Тема №6 Расчет молниезащиты электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Расчет молниезащиты электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по теме «Расчет зон защиты молниеотводов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №7 Защита электрооборудования электрических станций и подстанций от перенапряжений

Указания: изучить тему «Защита электрооборудования электрических станций и подстанций от перенапряжений» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по теме «Выбор ограничителей перенапряжений»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №8 Расчет заземления электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Расчет заземления электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по теме «Расчет параметров заземляющих устройств»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 5 | Контрольная работа**

##### **Описание процедуры.**

Семестр №5

Тема 8: Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Семестр №6

Тема 4: Выбор трансформаторов тока и напряжения

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору трансформаторов тока и напряжения

##### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» обучающийся правильно решил задачи, используя проверенные методы, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя общепринятую терминологию.

Оценка «Не зачтено» обучающийся не решил задачу, не смог аргументировать решение.

#### **6.1.2 семестр 5 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Тема 13: Конструкция распределительных устройств электрических станций и подстанций

Описание процедуры: получение ответов на вопросы:

1. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).
2. Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).

Тема 14: Молниезащита и заземление на электрических станциях и подстанциях

Описание процедуры: получение ответов на вопросы:

Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Выбор разрядников и ОПН.

Тема 15: Собственные нужды электростанций и подстанций

Описание процедуры: получение ответов на вопросы:

Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС.

Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС.

Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд АЭС.

Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд подстанций.

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» - полное знание изученного материала.

Оценка «Не зачтено» - знания изученного материала на уровне ниже минимальных требований.

### **6.1.3 семестр 5 | Отчет по лабораторной работе**

#### **Описание процедуры.**

Семестр №5

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 1, 2017. - 142.

Семестр №6

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 2, 2017. - 86.

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» - полное знание изученного материала.

Оценка «Не зачтено» - знания изученного материала на уровне ниже минимальных требований.

### **6.1.4 семестр 5 | Проверочная работа**

#### **Описание процедуры.**

Проверочная работа - это форма аттестации, предназначенная для проверки знаний и умений студентов по определенным предметам. Она позволяет преподавателю оценить, насколько хорошо студент усвоил материал и готов ли к следующим этапам обучения.

## Семестр №5

### Тема №1 Производство и распределение электроэнергии

Указания: изучить тему «Производство и распределение электроэнергии» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Графики электрических нагрузок»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

### Тема №2 Основное оборудование электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Основное оборудование электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор трансформаторов связи на электростанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

### Тема №3 Определение расчетных токов

Указания: изучить тему «Определение расчетных токов» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Определение расчетных токов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

### Тема №4 Токи короткого замыкания

Указания: изучить тему «Токи короткого замыкания» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

### Тема №5 Токопроводы

Указания: изучить тему «Токопроводы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; составить словарь терминов; подготовиться к практическим занятиям по темам «Выбор жестких шин и токопроводов» и «Выбор гибких шин и токопроводов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторной работе по теме «Токопроводы. Изоляторы. Плавкие предохранители.»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

### Тема №6 Изоляторы

Указания: изучить тему «Изоляторы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор изоляторов», пройти собеседование по этому разделу.

### Тема №7 Гашение электрической дуги

Указания: изучить тему «Гашение электрической дуги» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Гашение электрической дуги в аппаратах», пройти собеседование по этому разделу.

### Тема №8 Разъединители, отделители и короткозамыкатели

Указания: изучить тему «Разъединители, отделители и короткозамыкатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторной работе по теме «Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

### Тема №9 Предохранители

Указания: изучить тему «Предохранители» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор и использование предохранителей», пройти собеседование по этому разделу.

### Тема №10 Выключатели переменного тока

Указания: изучить тему «Выключатели переменного тока» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей»; решить

предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по темам «Масляные выключатели», «Воздушные выключатели», «Электромагнитные и вакуумные выключатели», «Элегазовые выключатели», «Выключатели нагрузки»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

#### Тема №11 Распределительные устройства

Указания: изучить тему «Распределительные устройства» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор распределительных устройств», пройти собеседование по этому разделу.

#### Тема №12 Особенности структурных схем электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Особенности структурных схем электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор структурных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №13 Главные схемы электростанций и подстанций Указания: изучить тему «Главные схемы электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор главных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

#### Тема №14 Выбор числа и мощности трансформаторов связи

Указания: изучить тему «Выбор числа и мощности трансформаторов связи» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор числа и мощности трансформаторов на электростанциях и подстанциях», пройти собеседование по этому разделу.

#### Тема №15 Измерительные трансформаторы

Указания: изучить тему «Измерительные трансформаторы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Система измерения на электростанциях и подстанциях. Выбор трансформаторов тока и напряжения», решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

#### Тема №16 Системы собственных нужд электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Системы собственных нужд электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Механизмы и электроприемники собственных нужд», пройти собеседование по этому разделу.

#### Тема №17 Контактные и магнитные пускатели

Указания: изучить тему «Контактные и магнитные пускатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор низковольтных коммутационных аппаратов», пройти собеседование по этому разделу.

### Семестр №6

#### Тема №1 Режимы нейтралей электрических сетей

Указания: изучить тему «Режимы нейтралей электрических сетей» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Исследование работы сети с изолированной нейтралью», «Исследование работы сети с резонансно-заземлённой нейтралью», «Исследование работы сети с эффективнозаземлённой нейтралью»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

#### Тема №2 Выбор главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Выбор структурных схем

электростанций и подстанций», «Выбор схем распределительных устройств», «Техникоэкономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций», «Выбор реакторов», «Защита электрооборудования электростанций и подстанций от перенапряжений»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по теме «Режимы работы автотрансформатора» и «Выбор реакторов»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

Тема №3 Собственные нужды подстанции

Указания: изучить тему «Собственные нужды подстанции» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Расчет электрических нагрузок собственных нужд электростанций и подстанций», «Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №4 Распределительные устройства электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Распределительные устройства электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по теме «Молниезащита электростанций и подстанций» и «Заземление электростанций и подстанций»; подготовиться к лабораторным работам по темам «Проверка правильности разметки полярности выводов обмоток трансформаторов тока. Определение коэффициента трансформации трансформатора тока», «Снятие характеристики намагничивания магнитопровода трансформатора тока», «Проверка правильности соединения вторичных цепей трансформатора тока» «Управления приводом выключателя»; по завершению лабораторных работ подготовить отчеты и защитить.

## Семестр №5

Тема 1: Графики электрических нагрузок

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по построению графиков электрических нагрузок.

Тема 2: Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по оптимальному распределению нагрузок между агрегатами электростанции.

Тема 3: Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору трансформаторов.

Тема 4: Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету максимальных токов в нормальных режимах.

Тема 5: Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету токов короткого замыкания.

Тема 6: Технико-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций

Тема 7: Выбор схем распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору схем распределительных устройств

## Семестр №6

Тема 1: Компоновка распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по компоновке

распределительных устройств.

Тема 2: Выбор автотрансформаторов. Выбор реакторов.

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору автотрансформаторов и реакторов.

Тема 3: Выбор гибких и жестких шин распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору гибких и жестких шин распределительных устройств.

Тема 5: Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору схемы собственных нужд и трансформаторов.

Тема 6: Расчет зон защиты молниеотводов

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету зон защиты молниеотводов.

Тема 7: Выбор ограничителей перенапряжений

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору ограничителей перенапряжений.

Тема 8: Расчет параметров заземляющих устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету параметров заземляющих устройств.

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» обучающийся правильно решил задачи, используя проверенные методы, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя общепринятую терминологию.

Оценка «Не зачтено» обучающийся не решил задачу, не смог аргументировать решение.

## **6.1.5 семестр 6 | Контрольная работа**

### **Описание процедуры.**

Семестр №5

Тема 8: Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Семестр №6

Тема 4: Выбор трансформаторов тока и напряжения

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору трансформаторов тока и напряжения

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» обучающийся правильно решил задачи, используя проверенные методы, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя общепринятую терминологию.

Оценка «Не зачтено» обучающийся не решил задачу, не смог аргументировать решение.

## **6.1.6 семестр 6 | Отчет по лабораторной работе**

### **Описание процедуры.**

Семестр №5

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 1, 2017. - 142.

Семестр №6

Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 2, 2017. - 86.

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» - полное знание изученного материала.

Оценка «Не зачтено» - знания изученного материала на уровне ниже минимальных требований.

### **6.1.7 семестр 6 | Решение задач**

#### **Описание процедуры.**

Тема 3: Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету токов короткого замыкания.

Тема 4: Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Выбор трансформаторов тока и напряжения

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей, трансформаторов тока и напряжения.

Тема 6: Выбор главной схемы. Выбор трансформаторов на электростанциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору трансформаторов.

#### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» обучающийся правильно решил задачи, используя проверенные методы, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя общепринятую терминологию.

Оценка «Не зачтено» обучающийся не решил задачу, не смог аргументировать решение.

### **6.1.8 семестр 6 | Проверочная работа**

#### **Описание процедуры.**

Проверочная работа - это форма аттестации, предназначенная для проверки знаний и умений студентов по определенным предметам. Она позволяет преподавателю оценить, насколько хорошо студент усвоил материал и готов ли к следующим этапам обучения.

Семестр №5

Тема №1 Производство и распределение электроэнергии

Указания: изучить тему «Производство и распределение электроэнергии» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому

занятию по теме «Графики электрических нагрузок»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №2 Основное оборудование электрических станций и подстанций

Указания: изучить тему «Основное оборудование электрических станций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор трансформаторов связи на электростанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №3 Определение расчетных токов

Указания: изучить тему «Определение расчетных токов» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Определение расчетных токов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №4 Токи короткого замыкания

Указания: изучить тему «Токи короткого замыкания» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №5 Токопроводы

Указания: изучить тему «Токопроводы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; составить словарь терминов; подготовиться к практическим занятиям по темам «Выбор жестких шин и токопроводов» и «Выбор гибких шин и токопроводов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторной работе по теме «Токопроводы. Изоляторы. Плавкие предохранители.»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

Тема №6 Изоляторы

Указания: изучить тему «Изоляторы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор изоляторов», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №7 Гашение электрической дуги

Указания: изучить тему «Гашение электрической дуги» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Гашение электрической дуги в аппаратах», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №8 Разъединители, отделители и короткозамыкатели

Указания: изучить тему «Разъединители, отделители и короткозамыкатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторной работе по теме «Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

Тема №9 Предохранители

Указания: изучить тему «Предохранители» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор и использование предохранителей», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №10 Выключатели переменного тока

Указания: изучить тему «Выключатели переменного тока» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Выбор выключателей, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по темам «Масляные выключатели», «Воздушные выключатели», «Электромагнитные и вакуумные выключатели», «Элегазовые выключатели», «Выключатели нагрузки»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №11 Распределительные устройства

Указания: изучить тему «Распределительные устройства» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор распределительных устройств», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №12 Особенности структурных схем электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Особенности структурных схем электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор структурных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №13 Главные схемы электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Главные схемы электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор главных схем электростанций», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №14 Выбор числа и мощности трансформаторов связи

Указания: изучить тему «Выбор числа и мощности трансформаторов связи» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор числа и мощности трансформаторов на электростанциях и подстанциях», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №15 Измерительные трансформаторы

Указания: изучить тему «Измерительные трансформаторы» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическому занятию по теме «Система измерения на электростанциях и подстанциях. Выбор трансформаторов тока и напряжения», решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

Тема №16 Системы собственных нужд электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Системы собственных нужд электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Механизмы и электроприемники собственных нужд», пройти собеседование по этому разделу.

Тема №17 Контактторы и магнитные пускатели

Указания: изучить тему «Контактторы и магнитные пускатели» используя лекции, основную и дополнительную литературу; самостоятельно изучить раздел «Выбор низковольтных коммутационных аппаратов», пройти собеседование по этому разделу.

## Семестр №6

Тема №1 Режимы нейтралей электрических сетей

Указания: изучить тему «Режимы нейтралей электрических сетей» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к лабораторным работам по темам «Исследование работы сети с изолированной нейтралью», «Исследование работы сети с резонансно-заземлённой нейтралью», «Исследование работы сети с эффективнозаземлённой нейтралью»; по завершению лабораторных работ подготовить отчет и защитить.

Тема №2 Выбор главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Выбор главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Выбор структурных схем электростанций и подстанций», «Выбор схем распределительных устройств», «Техникоэкономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций», «Выбор реакторов», «Защита электрооборудования электростанций и подстанций от перенапряжений»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия; подготовиться к лабораторным работам по теме «Режимы работы автотрансформатора» и «Выбор

реакторов»; по завершению лабораторной работы подготовить отчет и защитить.

#### Тема №3 Собственные нужды подстанции

Указания: изучить тему «Собственные нужды подстанции» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по темам «Расчет электрических нагрузок собственных нужд электростанций и подстанций», Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов»; решить предложенные задачи по завершению практического занятия.

#### Тема №4 Распределительные устройства электростанций и подстанций

Указания: изучить тему «Распределительные устройства электростанций и подстанций» используя лекции, основную и дополнительную литературу; подготовиться к практическим занятиям по теме «Молниезащита электростанций и подстанций» и «Заземление электростанций и подстанций»; подготовиться к лабораторным работам по темам «Проверка правильности разметки полярности выводов обмоток трансформаторов тока. Определение коэффициента трансформации трансформатора тока», «Снятие характеристики намагничивания магнитопровода трансформатора тока», «Проверка правильности соединения вторичных цепей трансформатора тока» «Управления приводом выключателя»; по завершению лабораторных работ подготовить отчеты и защитить.

### Семестр №5

#### Тема 1: Графики электрических нагрузок

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по построению графиков электрических нагрузок.

#### Тема 2: Оптимальное распределение нагрузок между агрегатами электростанции

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по оптимальному распределению нагрузок между агрегатами электростанции.

#### Тема 3: Выбор силовых трансформаторов на электрических станциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору трансформаторов.

#### Тема 4: Расчет продолжительных режимов работы электрических станций и подстанций

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету максимальных токов в нормальных режимах.

#### Тема 5: Расчет токов короткого замыкания на электростанциях и подстанциях

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету токов короткого замыкания.

#### Тема 6: Техничко-экономические расчеты при обосновании главной схемы электрических соединений электростанций и подстанций

#### Тема 7: Выбор схем распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору схем распределительных устройств

### Семестр №6

#### Тема 1: Компоновка распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по компоновке распределительных устройств.

#### Тема 2: Выбор автотрансформаторов. Выбор реакторов.

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору автотрансформаторов и реакторов.

#### Тема 3: Выбор гибких и жестких шин распределительных устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору гибких и

жестких шин распределительных устройств.

Тема 5: Выбор схемы собственных нужд и трансформаторов

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору схемы собственных нужд и трансформаторов.

Тема 6: Расчет зон защиты молниеотводов

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету зон защиты молниеотводов.

Тема 7: Выбор ограничителей перенапряжений

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по выбору ограничителей перенапряжений.

Тема 8: Расчет параметров заземляющих устройств

Описание процедуры: проверка выданных по вариантам задач по расчету параметров заземляющих устройств.

### **Критерии оценивания.**

Оценка «Зачтено» обучающийся правильно решил задачи, используя проверенные методы, логично, последовательно и аргументированно излагал свое решение, используя общепринятую терминологию.

Оценка «Не зачтено» обучающийся не решил задачу, не смог аргументировать решение.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

| <b>Индикатор достижения компетенции</b> | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>                      |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ПКР-2.2                                 | Знает конструкцию и принцип действия, условия выбора и проверки электрооборудования электрических станций и подстанций. Умеет рассчитывать нормальные и аварийные режимы работы электрических станций и подстанций. Владеет навыками выбора электрооборудования электрических станций и подстанций. | Решение задач. Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. |
| ПКР-2.5                                 | Знает структурные схемы электрических станций и подстанций, принципиальные схемы распределительных устройств, условия обоснования и выбора схем, расстановку оборудования в схемах. Умеет рассчитывать технико-экономические показатели. Владеет                                                    | Решение задач. Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|         | навыками технико-экономического обоснования проектных решений.                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   |
| ПКС-1.2 | Знает нормативно-технические документы по проектированию и эксплуатации электрических станций и подстанций, типовые технические решения. Умеет выбирать электрооборудование электрических станций и подстанций. Владеет навыками использования типовых решений при выборе электрооборудования электрических станций и подстанций. | Решение задач. Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. |
| ПКС-1.4 | Знает номенклатуру работ по строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению электрических станций и подстанций, перспективные технологии на электрических станциях и подстанциях. Умеет составлять проекты работ. Владеет навыками                                                                         | Решение задач. Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. |

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен является промежуточным этапом изучения и имеют целью проверить теоретические знания обучающихся, умения и их навыки.

Экзамены проводятся в счет времени, выделяемого учебным планом на экзаменационную сессию. Дифференцированный зачет проводится во время зачетной недели.

Для подготовки обучающихся к экзамену/дифференцированному зачету преподавателем разрабатывается перечень вопросов по темам дисциплины, на основании которых составляются экзаменационные билеты. Экзаменационные билеты обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры, подписываются преподавателем и заведующим кафедрой в начале учебного года.

Экзамен/дифференцированный зачет, как правило, принимаются лицами профессорско-преподавательского состава, читавшими лекции на данном потоке. В исключительных случаях высокой учебной загрузки лектора экзамен/дифференцированный зачет принимает преподаватель, проводивший практические занятия. Допускается совместное проведение экзамена/дифференцированного зачета преподавателями дисциплины.

Кроме экзаменатора и экзаменуемых, на экзамене/дифференцированном зачете имеют право присутствовать следующие должностные лица: заведующий кафедрой, директор и заместители директора института, представители учебно-методической комиссии института, а также иные лица с разрешения директора института или его заместителя по учебной работе.

К экзамену допускаются обучающиеся получившие оценку «Зачтено» при решении всех задач практики в рамках текущей аттестации.

В аудитории, в которой проводится экзамен/дифференцированный зачет, должны быть

рабочая программы учебной дисциплины, экзаменационная ведомость, комплект экзаменационных билетов, маркированные листы бумаги для записей ответа на билет, необходимые справочные материалы, не содержащие прямого ответа на вопросы экзаменационного билета.

Экзамен/дифференцированный зачет проводится с использованием комплектов билетов. Количество комплектов билетов должно превышать количество учащихся в группе. Билеты должны содержать теоретические вопросы из каждой темы. Учащийся приходит на экзамен/дифференцированный зачет, только с двумя шариковыми ручками основной и запасной. Расположив билеты на столе в произвольном порядке, преподаватель приглашает вытянуть билет учащегося. Выбрав билет, учащийся вслух называет его номер. Преподаватель записывает номер билета в контрольный листок выданных билетов с указанием времени и выдает листы для подготовки ответа.

Прием экзамена/дифференцированного зачета выполняется в устной форме, в исключительных случаях в письменной форме. Время подготовки к устному ответу составляет 45 минут, а письменному 90 минут. Учащиеся приступают к работе над ответами на билеты. Задача преподавателя на этом этапе контролировать ситуацию. Учащиеся, нарушающие дисциплину (устраивающие переговоры, списывающие, использующие средства связи и т.д.) лишаются права сдавать экзамен.

Ответ на каждый из вопросов устной не должен превышать трех минут. По окончании ответа на каждый вопрос билета экзаменатор может задавать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы в пределах материала, вынесенного на экзамен, в том числе по темам, пропущенным обучающимся.

Учащийся должен ответить на все вопросы. Экзаменационная оценка выставляется по критериям оценивания дифференцированно по ответам на каждый вопрос билета. В случае ответа с оценкой «Неудовлетворительно» на один или несколько вопросов дисциплина считается не освоенной, компетенции в ведении которых находятся вопросы считаются не освоенными, выставляется оценка за экзамен «Неудовлетворительно». После устного ответа на все вопросы обучающийся сдает экзаменатору билет и письменный ответ.

Оценка по результатам устного экзамена объявляется обучающемуся и вносится экзаменатором в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. Экзаменационная ведомость заполняется в соответствии с требованиями ИРНИТУ. Оценка «Неудовлетворительно» и «Не явился» в зачетные книжки не вносятся. Экзаменационная оценка ставится в разделе «Результаты промежуточной аттестации (экзамены)» текущего семестра зачетной книжки, а дифференцированного зачета в разделе «Результаты промежуточной аттестации (зачеты)»

Оценка по результатам письменного экзамена/дифференцированного зачета объявляется после проверки работы, в день сдачи экзамена/зачета после ее выполнения, и проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Если обучающийся отказался от ответа на билет, ему выставляется оценка «Неудовлетворительно». Если обучающихся не явился на экзамен ему выставляется оценка «Не явился».

Обучающийся, получивший оценку «Неудовлетворительно» и «Не явился» имеет право повторной сдачи в установленные сроки в соответствии с требованиями стандарта системы менеджмента качества ИРНИТУ.

#### Пример задания:

Вопросы для проведения экзамена/дифференцированного зачета

1. Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования

станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников.

2. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС.

3. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электрических станций (КЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС. Техничко-экономические показатели КЭС. Участие КЭС в покрытии электрической нагрузки.

4. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Технологический процесс производства электроэнергии на ТЭЦ. Техничко-экономические показатели ТЭЦ. Участие ТЭЦ в покрытии электрической нагрузки.

5. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Техничко-экономические показатели АЭС. Участие АЭС в покрытии электрической нагрузки.

6. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС. Техничко-экономические показатели ГЭС. Участие ГЭС в покрытии электрической нагрузки.

7. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство газотурбинных электрических станций. Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС. Техничко-экономические показатели ГТЭС.

8. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство парогазовых электрических станций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ПГЭС. Техничко-экономические показатели ПГЭС.

9. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Техничко-экономические показатели ГеоТЭС.

10. ЭЭС. Типы электростанций. Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Техничко-экономические показатели ДЭС. Использование ДЭС.

11. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС). Техничко-экономические показатели ГАЭС. Участие ГАЭС в покрытии электрической нагрузки.

12. ЭЭС. Типы электростанций. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Аккумуляирование энергии от ВЭУ. Совместная работа ВЭС с электростанциями других типов. Техничко-экономические показатели ВЭС.

13. ЭЭС. Типы электростанций. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Аккумуляирование энергии от СЭС. Совместная работа СЭС с электростанциями других типов. Техничко-экономические показатели СЭС.

14. ЭЭС. Типы электростанций. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии. Техничко-экономические показатели ПЭС.

15. ЭЭС. Аккумуляирование энергии от возобновляемых источников. Системы аккумуляирования энергии. Схемы и принципы работы аккумулялирующих устройств.

16. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью.

17. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Компенсация емкостного тока замыкания на землю.

18. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью.
19. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали.
20. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов.
21. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы возбуждения генераторов.
22. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы.
23. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Асинхронизированные генераторы.
24. Синхронные компенсаторы. Статические компенсирующие устройства.
25. Типы трансформаторов (повышающие и понижающие; однофазные и трехфазные трансформаторы; двухобмоточные, трехобмоточные и с расщепленными обмотками). Параметры трансформаторов (номинальная мощность, напряжение, ток; напряжение КЗ; ток ХХ; потери ХХ и КЗ). Регулирование напряжения трансформаторов.
26. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов (условные обозначения: М; Д; ДЦ; Ц). Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов (предельно допустимая температура наиболее нагретой точки трансформатора). Допустимые систематические и аварийные перегрузки.
27. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.
28. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
29. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь генератора, двухобмоточного трансформатора связи на электростанции, цепь трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора на электростанции.
30. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь двухобмоточного трансформатора на подстанции, цепь трехобмоточного трансформатора на подстанции, цепь автотрансформатора на подстанции, цепь линии, цепи секционных шиносоединительных выключателей, сборные шины, цепь группового сдвоенного реактора.
31. Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и аperiodическая составляющая токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ.
32. Ограничение токов короткого замыкания.
33. Структурные схемы ТЭЦ. Обоснование и выбор структурных схем ТЭЦ.
34. Структурные схем КЭС, ГЭС, АЭС. Обоснование и выбор структурных схем КЭС, ГЭС, АЭС.
35. Структурные схемы подстанций. Обоснование и выбор структурных схем подстанций.
36. Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Элементы главной схемы и их условно-графические обозначения.
37. Главные схемы ТЭЦ. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
38. Главные схемы ГЭС, ГАЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.

39. Главные схемы АЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
40. Главные схемы подстанций. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
41. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ.
42. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС, ГЭС, АЭС.
43. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций.
44. Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
45. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
46. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
47. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
48. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной секционированной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
49. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной секционированной системой шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
50. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
51. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
52. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
53. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
54. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
55. Основные параметры для выбора электрооборудования, критерии выбора. Основные условия выбора электрооборудования. Сравнимые расчетные параметры режимов и технические характеристики электрооборудования.
56. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Выбор жестких шин (выбор сечения шин по нагреву, проверка шин на термическую стойкость, проверка шин на электродинамическую стойкость)
57. Выбор изоляторов (опорных и проходных). Назначение изоляторов. Классификация изоляторов выше 1 кВ и их обозначение. Параметры изоляторов. Выбор изоляторов (опорных и проходных).
58. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. Выбор гибких шин и токопроводов.
59. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки. Выбор сечений жил кабельных линий.

60. Конструкции воздушных линий электропередачи (провода и грозозащитные тросы, опоры воздушных линий, изоляторы и линейная арматура). Обозначения проводов и изоляторов. Выбор сечений проводов воздушных линий.
61. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).
62. Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).
63. Строение электрической дуги. Принцип гашения электрической дуги (в аппаратах до 1 кВ и в аппаратах выше 1 кВ).
64. Виды дугогасительных устройств. Принцип действия.
65. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного бакового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.
66. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного горшкового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.
67. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция воздушных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
68. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция элегазовых выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
69. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
70. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция электромагнитных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.
71. Выбор выключателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
72. Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.
73. Назначение предохранителя, его конструкция и обозначение. Типы предохранителей. Параметры предохранителей. Выбор.
74. Реакторы. Выбор реакторов.
75. Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы.
76. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН), назначение, параметры, схемы соединения обмоток ТН и их заземление, конструкция (обозначение и марки ТН), выбор.
77. Измерительные трансформаторы тока (ТТ), назначение, параметры, конструкция, выбор.
78. Конструкция трансформаторов тока (ТТ), их обозначение и марки. Параметры ТТ. Схемы соединений ТТ. Классы точности обмоток ТТ.
79. Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств. Расчет заземления.
80. Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Выбор разрядников и ОПН.

81. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС.
82. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС.
83. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд АЭС.
84. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд подстанций.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Отлично                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Хорошо                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Удовлетворительно                                                                                                                                                                                      | Неудовлетворительно                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1) полное раскрытие содержания вопросов, системность знаний, собственный анализ и оценка излагаемого материала, владение терминологией;</p> <p>2) умение выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, устанавливать причинно-следственные связи, раскрывать возможные противоречия, выявлять проблемы, применять полученные знания;</p> <p>3) отсутствие ошибок и оговорок при ответах, четкость и грамотность речи.</p> | <p>1) раскрытие содержания вопросов, знание изученного материала, владение терминологией;</p> <p>2) умение выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, применять полученные знания;</p> <p>3) отсутствие ошибок при ответах, наличие оговорок, устранение неточностей с помощью дополнительных вопросов.</p> | <p>1) знание изученного материала на уровне минимальных требований;</p> <p>2) Отвечает на типовые вопросы, затруднение в ответах на видоизменные вопросы;</p> <p>3) наличие недочетов при ответах.</p> | <p>1) знания изученного материала на уровне минимальных требований;</p> <p>2) не отвечает на типовые вопросы;</p> <p>3) наличие ошибок при ответах.</p> |

### **6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине**

#### **6.2.2.2.1 Описание процедуры**

Дифференцированный зачет является промежуточным этапом изучения и имеют целью проверить теоретические знания обучающихся, умения и их навыки.

Экзамены проводятся в счет времени, выделяемого учебным планом на экзаменационную сессию. Дифференцированный зачет проводится во время зачетной недели.

Для подготовки обучающихся к экзамену/дифференцированному зачету преподавателем разрабатывается перечень вопросов по темам дисциплины, на основании которых составляются экзаменационные билеты. Экзаменационные билеты обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры, подписываются преподавателем и заведующим кафедрой в начале учебного года.

Экзамен/дифференцированный зачет, как правило, принимаются лицами профессорско-преподавательского состава, читавшими лекции на данном потоке. В исключительных случаях высокой учебной загрузки лектора экзамен/дифференцированный зачет принимает преподаватель, проводивший практические занятия. Допускается совместное проведение экзамена/дифференцированного зачета преподавателями дисциплины.

Кроме экзаменатора и экзаменуемых, на экзамене/дифференцированном зачете имеют право присутствовать следующие должностные лица: заведующий кафедрой, директор и заместители директора института, представители учебно-методической комиссии института, а также иные лица с разрешения директора института или его заместителя по учебной работе.

К экзамену допускаются обучающиеся получившие оценку «Зачтено» при решении всех задач практики в рамках текущей аттестации.

В аудитории, в которой проводится экзамен/дифференцированный зачет, должны быть рабочая программы учебной дисциплины, экзаменационная ведомость, комплект экзаменационных билетов, маркированные листы бумаги для записей ответа на билет, необходимые справочные материалы, не содержащие прямого ответа на вопросы экзаменационного билета.

Экзамен/дифференцированный зачет проводится с использованием комплектов билетов. Количество комплектов билетов должно превышать количество учащихся в группе.

Билеты должны содержать теоретические вопросы из каждой темы. Учащийся приходит на экзамен/дифференцированный зачет, только с двумя шариковыми ручками основной и запасной. Расположив билеты на столе в произвольном порядке, преподаватель приглашает вытянуть билет учащегося. Выбрав билет, учащийся вслух называет его номер. Преподаватель записывает номер билета в контрольный листок выданных билетов с указанием времени и выдает листы для подготовки ответа.

Прием экзамена/дифференцированного зачета выполняется в устной форме, в исключительных случаях в письменной форме. Время подготовки к устному ответу составляет 45 минут, а письменному 90 минут. Учащиеся приступают в работе над ответами на билеты. Задача преподавателя на этом этапе контролировать ситуацию. Учащиеся, нарушающие дисциплину (устраивающие переговоры, списывающие, использующие средства связи и т.д.) лишаются права сдавать экзамен.

Ответ на каждый из вопросов устной не должен превышать трех минут. По окончании ответа на каждый вопрос билета экзаменатор может задавать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы в пределах материала, вынесенного на экзамен, в том числе по темам, пропущенным обучающимся.

Учащийся должен ответить на все вопросы. Экзаменационная оценка выставляется по

критериям оценивания дифференцированно по ответам на каждый вопрос билета. В случае ответа с оценкой «Неудовлетворительно» на один или несколько вопросов дисциплина считается не освоенной, компетенции в ведении которых находятся вопросы считается не освоенными, выставляется оценка за экзамен «Неудовлетворительно». После устного ответа на все вопросы обучающийся сдает экзаменатору билет и письменный ответ.

Оценка по результатам устного экзамена объявляется обучающемуся и вносится экзаменатором в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. Экзаменационная ведомость заполняется в соответствии с требованиями ИРНИТУ. Оценка «Неудовлетворительно» и «Не явился» в зачетные книжки не вносятся. Экзаменационная оценка ставится в разделе «Результаты промежуточной аттестации (экзамены)» текущего семестра зачетной книжки, а дифференцированного зачета в разделе «Результаты промежуточной аттестации (зачеты)»

Оценка по результатам письменного экзамена/дифференцированного зачета объявляется после проверки работы, в день сдачи экзамена/зачета после ее выполнения, и проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Если обучающийся отказался от ответа на билет, ему выставляется оценка «Неудовлетворительно». Если обучающихся не явился на экзамен ему выставляется оценка «Не явился».

Обучающийся, получивший оценку «Неудовлетворительно» и «Не явился» имеет право повторной сдачи в установленные сроки в соответствии с требованиями стандарта системы менеджмента качества ИРНИТУ.

#### Пример задания:

Вопросы для проведения экзамена/дифференцированного зачета

1. Роль электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе (ЭЭС). Классификация станций и подстанций. Перечень основного электрооборудования станций и подстанций. Подключение станций и подстанций к электрическим сетям. Стандартные номинальные напряжения для генераторов, электрических сетей и приемников.
2. Графики электрических нагрузок (суточные графики нагрузки потребителей, суточные графики нагрузки подстанций, суточные графики нагрузки электростанций, годовой график продолжительности нагрузок). Техничко-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузок. Покрытие электрических нагрузок электростанциями в ЭЭС.
3. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство тепловых конденсационных электрических станций (КЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на КЭС. Техничко-экономические показатели КЭС. Участие КЭС в покрытии электрической нагрузки.
4. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Технологический процесс производства электроэнергии на ТЭЦ. Техничко-экономические показатели ТЭЦ. Участие ТЭЦ в покрытии электрической нагрузки.
5. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство атомных электростанций (АЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Техничко-экономические показатели АЭС. Участие АЭС в покрытии электрической нагрузки.
6. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство гидроэлектростанций (ГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ГЭС. Техничко-экономические показатели ГЭС. Участие ГЭС в покрытии электрической нагрузки.
7. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство газотурбинных электрических станций. Технологический процесс производства электроэнергии на ГТЭС. Техничко-экономические

показатели ГТЭС.

8. ЭЭС. Типы электростанций. Устройство парогазовых электрических станций (ПГЭС). Технологический процесс производства электроэнергии на ПГЭС. Техно-экономические показатели ПГЭС.
9. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на геотермальных электростанциях (ГеоТЭС). Техно-экономические показатели ГеоТЭС.
10. ЭЭС. Типы электростанций. Дизельные электростанции (ДЭС). Виды и варианты исполнения ДЭС. Техно-экономические показатели ДЭС. Использование ДЭС.
11. ЭЭС. Типы электростанций. Технологический процесс производства электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС). Техно-экономические показатели ГАЭС. Участие ГАЭС в покрытии электрической нагрузки.
12. ЭЭС. Типы электростанций. Ветроэлектростанции (ВЭС). Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Основные технические характеристики ВЭУ. Аккумуляирование энергии от ВЭУ. Совместная работа ВЭС с электростанциями других типов. Техно-экономические показатели ВЭС.
13. ЭЭС. Типы электростанций. Солнечные электростанции (СЭС). Устройство и принцип действия СЭС. Аккумуляирование энергии от СЭС. Совместная работа СЭС с электростанциями других типов. Техно-экономические показатели СЭС.
14. ЭЭС. Типы электростанций. Приливные электростанции (ПЭС). Одно- и двухбассейновые схемы ПЭС. Технологический процесс производства электроэнергии. Техно-экономические показатели ПЭС.
15. ЭЭС. Аккумуляирование энергии от возобновляемых источников. Системы аккумуляирования энергии. Схемы и принципы работы аккумулялирующих устройств.
16. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с изолированной нейтралью.
17. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с резонансно-заземленной нейтралью. Компенсация емкостного тока замыкания на землю.
18. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с глухо заземленной нейтралью.
19. Режимы работы нейтралей в электроустановках. Электроустановки с эффективным заземлением нейтрали.
20. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы охлаждения генераторов.
21. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Системы возбуждения генераторов.
22. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Гашение поля генераторов. Асинхронизированные генераторы.
23. Синхронные генераторы. Типы генераторов и их параметры, условные обозначения. Параллельная работа генераторов. Асинхронизированные генераторы.
24. Синхронные компенсаторы. Статические компенсирующие устройства.
25. Типы трансформаторов (повышающие и понижающие; однофазные и трехфазные трансформаторы; двухобмоточные, трехобмоточные и с расщепленными обмотками). Параметры трансформаторов (номинальная мощность, напряжение, ток; напряжение КЗ; ток ХХ; потери ХХ и КЗ). Регулирование напряжения трансформаторов.
26. Конструкция силового трансформатора. Охлаждение трансформаторов (условные обозначения: М; Д; ДЦ; Ц). Режимы работы трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов (предельно допустимая температура наиболее нагретой точки трансформатора). Допустимые систематические и аварийные перегрузки.
27. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа

трансформаторов.

28. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
29. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь генератора, двухобмоточного трансформатора связи на электростанции, цепь трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора на электростанции.
30. Определение расчетных токов (наибольший ток нормального режима и наибольший ток ремонтного или послеаварийного режима) – цепь двухобмоточного трансформатора на подстанции, цепь трехобмоточного трансформатора на подстанции, цепь автотрансформатора на подстанции, цепи секционных шиносоединительных выключателей, сборные шины, цепь группового сдвоенного реактора.
31. Токи короткого замыкания (КЗ). Мгновенное и действующее значения токов КЗ. Периодическая и аperiodическая составляющая токов КЗ. Расчет характеристик токов КЗ при известной мощности и постоянной времени переходного процесса в точке КЗ.
32. Ограничение токов короткого замыкания.
33. Структурные схемы ТЭЦ. Обоснование и выбор структурных схем ТЭЦ.
34. Структурные схем КЭС, ГЭС, АЭС. Обоснование и выбор структурных схем КЭС, ГЭС, АЭС.
35. Структурные схемы подстанций. Обоснование и выбор структурных схем подстанций.
36. Главные схемы электрических соединений. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Этапы проектирования главной схемы электрических соединений. Элементы главной схемы и их условно-графические обозначения.
37. Главные схемы ТЭЦ. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
38. Главные схемы ГЭС, ГАЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
39. Главные схемы АЭС. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
40. Главные схемы подстанций. Требования, предъявляемые к главным схемам электрических соединений. Выбор главной схемы.
41. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ.
42. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС, ГЭС, АЭС.
43. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций.
44. Схемы распределительных устройств (РУ). Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы блок линия-трансформатор. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
45. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
46. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема мостика с выключателем в цепях линий. Схема мостика с выключателем в цепях трансформаторов. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
47. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы четырехугольник (треугольник) и шестиугольник. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
48. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной секционированной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.
49. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с одной

секционированной системой шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

50. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

51. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схемы с двумя системами сборных шин и с обходной системой шин. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

52. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

53. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Схема трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

54. Схемы РУ. Общие требования, предъявляемые к схемам. Полуторная схема. Условия обоснования и выбора. Расстановка оборудования.

55. Основные параметры для выбора электрооборудования, критерии выбора. Основные условия выбора электрооборудования. Сравнимые расчетные параметры режимов и технические характеристики электрооборудования.

56. РУ с жесткой ошиновкой. Шинопроводы. Выбор жестких шин (выбор сечения шин по нагреву, проверка шин на термическую стойкость, проверка шин на электродинамическую стойкость)

57. Выбор изоляторов (опорных и проходных). Назначение изоляторов. Классификация изоляторов выше 1 кВ и их обозначение. Параметры изоляторов. Выбор изоляторов (опорных и проходных).

58. Ошиновка РУ гибкими проводами и токопроводами. Выбор гибких шин и токопроводов.

59. Конструкция силовых кабелей и их обозначение. Условия прокладки. Выбор сечений жил кабельных линий.

60. Конструкции воздушных линий электропередачи (провода и грозозащитные тросы, опоры воздушных линий, изоляторы и линейная арматура). Обозначения проводов и изоляторов. Выбор сечений проводов воздушных линий.

61. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

62. Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки. Камеры стационарные одностороннего обслуживания (КСО).

63. Строение электрической дуги. Принцип гашения электрической дуги (в аппаратах до 1 кВ и в аппаратах выше 1 кВ).

64. Виды дугогасительных устройств. Принцип действия.

65. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного бакового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.

66. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция масляного горшкового выключателя. Преимущества и недостатки масляных выключателей. Выбор выключателей.

67. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция воздушных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

68. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция элегазовых выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

69. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми

характеризуются выключатели. Конструкция вакуумных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

70. Требования, предъявляемые к выключателям. Параметры, которыми характеризуются выключатели. Конструкция электромагнитных выключателей. Преимущества и недостатки. Выбор выключателей.

71. Выбор выключателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.

72. Назначение, конструкция и технические характеристики разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Условия выбора и проверки. Выбор по климатическому исполнению и категории размещения. Условия выбора по продолжительным режимам. Условия проверки по аварийным режимам.

73. Назначение предохранителя, его конструкция и обозначение. Типы предохранителей. Параметры предохранителей. Выбор.

74. Реакторы. Выбор реакторов.

75. Система измерений на электрических станциях и подстанциях. Контрольно-измерительные приборы.

76. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН), назначение, параметры, схемы соединения обмоток ТН и их заземление, конструкция (обозначение и марки ТН), выбор.

77. Измерительные трансформаторы тока (ТТ), назначение, параметры, конструкция, выбор.

78. Конструкция трансформаторов тока (ТТ), их обозначение и марки. Параметры ТТ. Схемы соединений ТТ. Классы точности обмоток ТТ.

79. Заземление электростанций и подстанций. Требования к заземляющим устройствам. Конструкция заземляющих устройств. Расчет заземления.

80. Молниезащита электростанций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Расчет молниезащиты. Защита от перенапряжений. Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Выбор разрядников и ОПН.

81. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС.

82. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС.

83. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд АЭС.

84. Механизмы, электроприемники и схемы электроснабжения собственных нужд подстанций.

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

| Отлично                                                                                              | Хорошо                                                                                                  | Удовлетворительно                                                                                                     | Неудовлетворительно                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) полное раскрытие содержания вопросов, системность знаний, собственный анализ и оценка излагаемого | 1) раскрытие содержания вопросов, знание изученного материала, владение терминологией;<br><br>2) умение | 1) знание изученного материала на уровне минимальных требований;<br><br>2) Отвечает на типовые вопросы, затруднение в | 1) знания изученного материала на уровне минимальных требований;<br><br>2) не отвечает на типовые вопросы;<br><br>3) наличие ошибок при |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p>материала, владение терминологией;</p> <p>2) умение выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, устанавливать причинно-следственные связи, раскрыть возможные противоречия, выявлять проблемы, применять полученные знания;</p> <p>3) отсутствие ошибок и оговорок при ответах, четкость и грамотность речи.</p> | <p>выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, применять полученные знания;</p> <p>3) отсутствие ошибок при ответах, наличие оговорок, устранение неточностей с помощью дополнительных вопросов.</p> | <p>ответах на видеоизменные вопросы;</p> <p>3) наличие недочетов при ответах.</p> | <p>ответах.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

## 7 Основная учебная литература

1. Неклепаев Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций : учеб. для вузов / Борис Николаевич Неклепаев, 1986. - 640.
2. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов по спец. "Электрич. станции" / Под ред. А. А. Васильева, 1990. - 575.
3. Электрическая часть электростанций : учебник для вузов по спец. "Электр. станции" / Под ред. С. В. Усова, 1987. - 615.
4. Электрическая часть электростанций и подстанций. Электрооборудование электростанций [Электронный ресурс] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 144.
5. Электрическая часть электростанций и подстанций. Техника электрической части электростанций и подстанций. Основы устройства электроустановок [Электронный ресурс] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 131.
6. Электрическая часть электростанций и подстанций. Проектирование и конструирование электрической части электростанций и подстанций [Электронный ресурс] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 108.

7. Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 1, 2017. - 142.
8. Электрические станции и подстанции : лабораторный практикум / Е. В. Болоев [и др.] ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. Ч. 2, 2017. - 86.
9. Жуков В. В. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками : учебное пособие / В. В. Жуков, 2021. - 512.
10. Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное пособие для вузов / И. П. Крючков, М. В. Пираторов, В. А. Старшинов, 2021. - 137.
11. Старшинов В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина, 2020. - 296.

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Околович Марина Николаевна. Сборник задач по курсу "Электрическая часть станций" / Марина Николаевна Околович; Ред. Т. А. Кузнецкая, 1975. - 136.
2. Церазов Александр Леонидович. Электрическая часть тепловых электростанций : учебник по спец. "Тепловые электр. станции" / Под ред. А. Л. Церазова, 1980. - 328.
3. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов по спец. "Электрич. станции" / Под ред. А. А. Васильева, 1980. - 608.
4. Черновец А. К. Электрическая часть атомных электростанций: Компонировка открытых распределит. устройств: Учеб. пособие / А. К. Черновец; Ленингр. политехн. ин-т им. М. И. Калинина, 1989. - 70.
5. Тришечкин А. М. Электрическая часть электрических станций и подстанций: Диплом. проектирование : учеб. пособие для вузов : [в 2-х ч.]. Ч. 1 / А. М. Тришечкин, А. С. Жданов, 2002. - 172.
6. Электрическая часть электрических станций : учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию / Челябинский политехн. ин-т им. Ленинского комсомола; Ю. Н. Катаргин, 1978. - 47.
7. Электрическая часть электростанций и подстанций. Проектирование и конструирование электрической части электростанций и подстанций. (Методы и средства ограничения токов КЗ и их выбор) : методические указания к практическим занятиям для специальностей 140204 (100100) "Электрические станции"... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 59.
8. Электрическая часть электростанций и подстанций. Техника электрической части электростанций. Основы устройства электроустановок [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным занятиям студентов специальности 100100 - Электрические станции, направление 650900 - Электроэнергетика / Иркут. гос. техн. ун-т, 2010. - 88.
9. Абрютин В. Н. Электрическая часть мощных тепловых электростанций : учебное пособие / В. Н. Абрютин, Р. А. Фриденберг, 1962. - 198.
10. Васильев Электрическая часть станций и подстанций. Ч. 1 : Электрические аппараты и распределительные устройства, 1963. - 495.

11. Электрическая часть станций и подстанций. Ч. 2 : Генераторы, трансформаторы, электродвигатели, электрические схемы станций и подстанций, система собственных нужд, заземляющие устройства, управление / А. А. Васильев, И. П. Крючков, Т. А. Кузнецкая, 1972. - 344.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Office

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютер в сборе BN-Ir1811-1 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/MOS
2. Компьютер в сборе BN-Ir1811-1 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/MOS
3. Стол 1 тумб.
4. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
5. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
6. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
7. Стол 1 тумб.