

**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**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

---

Научная специальность: 2.1.14 Управление жизненным циклом объектов строительства

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Федосов Денис  
Сергеевич  
Дата подписания: 06.05.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
: Федосов Денис Сергеевич  
Дата подписания: 17.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

## 1.1 Дисциплина «Современные электроэнергетические системы» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

| Код, наименование результата освоения программы                                                                                                                                                            | Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности | Р-1.5 Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач |

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

| Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                          | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р-1.5 - Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач | <b>Знать</b> назначение, свойства, состав и принцип функционирования электроэнергетических систем, основы теории электрических цепей и электрических машин<br><b>Уметь</b> анализировать принцип действия электрооборудования, давать характеристику нормальным и аварийным режимам работы электроэнергетических систем, ориентироваться в современных технологиях в электроэнергетике<br><b>Владеть</b> навыками моделирования простейших электроэнергетических систем, сбора и обработки информации о современном состоянии электроэнергетики |

## 2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

| Вид учебной работы               | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |             |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                  | Всего                                                                                                         | Семестр № 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины    | 108                                                                                                           | 108         |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 24                                                                                                            | 24          |
| лекции                           | 12                                                                                                            | 12          |

|                                                                   |       |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| лабораторные работы                                               | 0     | 0     |
| практические/семинарские занятия                                  | 12    | 12    |
| Контактная работа, в том числе                                    | 0     | 0     |
| в форме работы в электронной информационной образовательной среде | 0     | 0     |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)           | 84    | 84    |
| Трудоемкость промежуточной аттестации                             | 0     | 0     |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)   | Зачет | Зачет |

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 3

| №<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        | Введение в<br>энергетику                                                                                   | 1                      | 2            |    |              | 1       | 2            | 1, 2,<br>3 | 22           | Реферат                       |
| 2        | Электротехника.<br>Электрические<br>машины.<br>Электрооборудов<br>ание (часть 1)                           | 2                      | 2            |    |              | 2       | 2            | 2, 3       | 12           | Отчет                         |
| 3        | Электротехника.<br>Электрические<br>машины.<br>Электрооборудов<br>ание (часть 2)                           | 3                      | 1            |    |              |         |              | 3          | 7            | Отчет                         |
| 4        | Электрическая<br>часть<br>электрических<br>станций,<br>подстанций и<br>сетей (часть 1)                     | 4                      | 2            |    |              | 3       | 2            | 2, 3       | 12           | Отчет                         |
| 5        | Электрическая<br>часть<br>электрических<br>станций,<br>подстанций и<br>сетей (часть 2)                     | 5                      | 1            |    |              |         |              | 3          | 7            | Отчет                         |
| 6        | Электрические<br>режимы<br>энергосистем.<br>Защита и<br>управление<br>электроэнергетич<br>ескими системами | 6                      | 2            |    |              | 4       | 3            | 2, 3       | 12           | Отчет                         |
| 7        | Возобновляемые                                                                                             | 7                      | 2            |    |              | 5       | 3            | 2, 3       | 12           | Отчет                         |

|  |                                                                               |  |    |  |  |  |    |  |    |       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|----|--|--|--|----|--|----|-------|
|  | источники электроэнергии. Новые технологии и цифровизация в электроэнергетике |  |    |  |  |  |    |  |    |       |
|  | Промежуточная аттестация                                                      |  |    |  |  |  |    |  |    | Зачет |
|  | Всего                                                                         |  | 12 |  |  |  | 12 |  | 84 |       |

### 3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 3

| № | Тема                                                                | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Введение в энергетику                                               | Энергетика – исторические, социальные и экологические аспекты. Основные понятия, сокращения и обозначения. Современные тенденции развития энергетики. Геополитическое распределение потребителей энергии. Прогноз развития мировой энергетики до 2100 г. Международное природоохранное регулирование. Топливо энергетический комплекс – состав и основные понятия. Электроэнергетика в энергетической стратегии России. Краткая история электроэнергетики. Электроэнергетические системы. Введение. Развитие электроэнергетики России. Электроэнергетические системы. Электрические сети                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2 | Электротехника. Электрические машины. Электрооборудование (часть 1) | Теоретические основы электротехники. Предмет, основные разделы и понятия теоретических основ электротехники. Электрические цепи: элементы, схемы, законы, классификация. Электромагнитные процессы и режимы электрических цепей. Режим синусоидального тока. Мощности в цепях синусоидального тока. Трехфазные цепи: фазные и линейные токи, напряжения, мощности. Генераторы электростанций. Конструкции синхронных генераторов. Принцип действия синхронных генераторов. Типы турбо - и гидрогенераторов по мощностям и способам охлаждения. Системы возбуждения генераторов. Совершенствование изоляции обмоток синхронных генераторов. Характеристики генераторов, работающих на автономную сеть. Включение генераторов на параллельную работу с сетью постоянного напряжения и постоянной частоты. Угловая характеристика. Статическая устойчивость работы генераторов при работе параллельно с сетью бесконечной мощности. |
| 3 | Электротехника. Электрические                                       | Трансформаторное оборудование. Общие вопросы. Принцип работы и устройство трансформатора.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>машины.<br/>Электрооборудование<br/>(часть 2)</p>                               | <p>Автотрансформаторы. Конструкция трансформатора. Изоляция в трансформаторах. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора. Структура условного обозначения типа трансформатора. Измерительные трансформаторы. Современное состояние, тенденции развития трансформаторостроения. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения. Назначение и классификация аппаратов. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним. Выключатели высокого напряжения. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Масляные выключатели. Электромагнитные выключатели. Вакуумные выключатели. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Защитные и токоограничивающие аппараты. Силовая электроника. Введение. Силовые электронные ключи. Преобразователи электроэнергии. Применение силовой электроники в электроэнергетике</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4 | <p>Электрическая часть электрических станций, подстанций и сетей<br/>(часть 1)</p> | <p>Электрические схемы электростанций и подстанций. Общие сведения. Основные требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств электроустановок. Классификация схем распределительных устройств. Схемы, применяемые на генераторном напряжении. Схемы, применяемые на высшем и среднем напряжениях. Типовая сетка схем распределительных устройств. Структурные схемы электрических станций и подстанций. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций. Источники реактивной мощности. Реактивная мощность в электрической сети. Источники реактивной мощности и их назначение. Типы источников реактивной мощности. Синхронные генераторы электростанций. Синхронные компенсаторы. Конденсаторные батареи. Статические тиристорные компенсаторы на базе КБ. Реакторы, коммутируемые выключателями. Насыщающиеся реакторы. Реакторы, коммутируемые тиристорами. Комбинированные ИРМ. Конструкции воздушных линий электропередачи. Основные понятия и определения. Общая характеристика воздушной линии и условий ее работы. Провода и грозозащитные тросы. Классификация опор. Изоляторы и линейная арматура. Геометрические характеристики. Кабели и провода для электроэнергетических систем. Силовые кабели</p> |

|   |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                          | низкого напряжения (до 1 кВ). Силовые кабели среднего напряжения. Силовые кабели высокого напряжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | Электрическая часть электрических станций, подстанций и сетей (часть 2)                  | Силовые кабели на высокое постоянное напряжение. Арматура силовых кабелей. Провода для воздушных линий электропередачи. Волоконно - оптические кабели для подвески на воздушных ЛЭП. Сверхпроводящие кабели для линий электропередачи - кабели будущего. Электропередачи и вставки постоянного тока. Управляемые гибкие линии переменного тока. Возможные области применения электропередач и вставок постоянного тока. Использование объектов постоянного тока в мировой электроэнергетике. Схемы электропередач и вставок постоянного тока. Энергетические характеристики преобразователей. Воздушные и кабельные линии постоянного тока. Основное оборудование преобразовательных подстанций. Техничко-экономические показатели электропередач постоянного тока. Управляемые гибкие линии переменного тока. Системы электроснабжения. Общая характеристика систем электроснабжения. Основные группы потребителей электроэнергии. Основные условия и задачи формирования систем электроснабжения. Номинальные напряжения электроустановок. Основные типы схем электрических сетей. Режим нейтрали электрических сетей. Конструкции линий, подстанций и их основного электрооборудования. Основные вопросы проектирования и расчетов СЭС |
| 6 | Электрические режимы энергосистем. Защита и управление электроэнергетическим и системами | Режимы работы ЭЭС и управление ими. Классификация режимов ЭЭС. Переходные режимы и процессы. Нормативные показатели устойчивости и их обеспечение. Средства управления режимами и их функции. Основные принципы диспетчерского управления. Иерархическая система диспетчерского управления ЕЭС России. Временные уровни управления режимами ЭЭС. Автоматизированная система диспетчерского управления. Структура системы противоаварийной автоматики. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Потребители и источники реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности. Регулирование напряжения в электрических сетях. Регулирование частоты и мощности в энергосистемах. Релейная защита. Назначение релейной защиты. Требования,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|   |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                              | предъявляемые к релейной защите. Структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту. Токовые защиты. Дистанционная защита. Продольная дифференциальная токовая защита. Поперечная дифференциальная токовая защита. Направленная защита с высокочастотной блокировкой. Дифференциально - фазная защита. Комплексы релейной защиты. Качество электрической энергии. Показатели качества электроэнергии. Обеспечение качества электроэнергии                                                                                                                                       |
| 7 | Возобновляемые источники электроэнергии. Новые технологии и цифровизация в электроэнергетике | Гидроэнергетика и другие возобновляемые источники энергии. Гидроэнергетические ресурсы. Типы гидроэнергетических установок. Основные схемы использования водной энергии. Регулирование стока реки водохранилищем. Гидроэлектростанции и их энергетическое оборудование. Мощность ГЭС и выработка энергии. Гидротехнические сооружения ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Инновационное развитие энергетики и трансформация энергетических рынков. Разработка и внедрение цифровых подстанций в электроэнергетике |

### 3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

### 3.4 Перечень практических занятий

#### Семестр № 3

| № | Темы практических (семинарских) занятий                                                                | Кол-во академических часов |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Изучение основных показателей электроэнергетики России                                                 | 2                          |
| 2 | Моделирование и расчёт электрических цепей                                                             | 2                          |
| 3 | Изучение программных средств для автоматизированного проектирования подстанций                         | 2                          |
| 4 | Исследование режимов работы электроэнергетической системы с применением её имитационной модели         | 3                          |
| 5 | Моделирование и исследование работы цифрового устройства релейной защиты электроэнергетической системы | 3                          |

### 3.5 Самостоятельная работа

#### Семестр № 3

| № | Вид СРС                                                   | Кол-во академических часов |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Написание реферата                                        | 10                         |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 25                         |
| 3 | Проработка разделов теоретического материала              | 49                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивные лекции, проблемное обучение, исследовательский метод

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

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

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

Перед каждым практическим занятием обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по практической работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся. Практические работы проводятся в форме выполнения расчётно-графических работ и выполнения учебных проектов.

По практическим работам обучающиеся готовят индивидуальный отчёт за семестр в электронном виде, в который включают расчётные и другие разделы по указанию преподавателя. Обучающиеся индивидуально защищают отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

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

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По каждой практической работе обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в электронном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в п. 6.1 данной рабочей программы. Защита проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

В течение семестра обучающиеся самостоятельно выполняют рефераты по индивидуальным вариантам. Преподаватель проверяет рефераты в электронном виде, слушает доклад обучающегося и задаёт вопросы. Примеры тем рефератов и вопросы для контроля приведены в п. 6.1 данной рабочей программы.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов, представленных в п. 6.2 данной рабочей программы.

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

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

###### **5.1.1 семестр 3 | Реферат**

**Описание процедуры.**



Обучающийся выполняет реферат по индивидуальному варианту на 8-12 страниц, оформляя его в печатном виде. Обучающийся защищает реферат преподавателю. Преподаватель проверяет реферат, слушает доклад обучающегося и задаёт 2-3 уточняющих вопроса по теме работы.

Вопросы для контроля (примерные темы рефератов):

1. Современное состояние электроэнергетики России
2. Новые технологии в электроэнергетике
3. Крупнейшие электростанции России
4. Цифровизация в электроэнергетике России
5. Электроэнергетика и экология

### **Критерии оценивания.**

Обучающийся сдал и защитил реферат, если показал при докладе и ответе на уточняющие вопросы самостоятельность выполнения, знание и удовлетворительное понимание темы работы. В противном случае реферат защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

## **5.1.2 семестр 3 | Отчет**

### **Описание процедуры.**

Защита отчёта по практической работе в форме группового собеседования после выполнения соответствующей работы и изучения теоретического материала.

Преподаватель делает опрос в подгруппе, задавая выборочно 5-7 вопросов по теме работы.

Вопросы для контроля:

1. Теоретические основы электротехники: основные разделы и понятия теоретических основ электротехники.
2. Электрические цепи: элементы, схемы, законы, классификация.
3. Генераторы электростанций.
4. Трансформаторное оборудование.
5. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения.
6. Силовая электроника.
7. Электрические схемы электростанций и подстанций.
8. Источники реактивной мощности.
9. Конструкции воздушных линий электропередачи.
10. Электропередачи и вставки постоянного тока. Управляемые гибкие линии переменного тока.
11. Системы электроснабжения.
12. Режимы работы ЭЭС и управление ими
13. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах
14. Релейная защита
15. Качество электрической энергии
16. Гидроэнергетика и другие возобновляемые источники энергии
17. Инновационное развитие энергетики и трансформация энергетических рынков
18. Разработка и внедрение цифровых подстанций в электроэнергетике

### **Критерии оценивания.**

Обучающийся защитил отчёт по практической работе, если присутствовал на соответствующем занятии и ответил на заданные вопросы, продемонстрировав знание и удовлетворительное понимание темы работы. Допускается затруднение при ответе на

один из заданных вопросов, при этом преподаватель вправе задать 1-2 дополнительных вопроса, на которые обучающийся должен дать полный ответ. В противном случае отчёт по практической работе защищается индивидуально на следующем отведённом для этого занятии.

## 5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

| Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                      | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р-1.5 Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач | В полной мере понимает назначение, свойства, состав и принцип функционирования электроэнергетических систем, знает и применяет основы теории электрических цепей и электрических машин. Способен самостоятельно анализировать принцип действия электрооборудования, давать характеристику нормальным и аварийным режимам работы электроэнергетических систем. Ориентируется в современных технологиях в электроэнергетике. Самостоятельно моделирует простейшие электроэнергетические системы, на высоком уровне обрабатывает информацию о современном состоянии электроэнергетики | Зачёт в форме тестирования по теоретическим вопросам. Выполнение практических заданий. Написание и защита рефератов |

### 5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 5.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

##### 5.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачёту допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по практическим работам, выполнение рефератов, устные опросы). На зачёт ко времени, указанному преподавателем, приходит вся учебная группа. Зачёт проводится в форме тестирования по теоретическим вопросам. При ответе на вопросы обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. При необходимости обучающийся может дать устные и письменные пояснения (формулы, схемы, чертежи) по заданным вопросам.

Пример задания:

Зачёт по дисциплине обучающиеся сдают в форме тестирования по вопросам из следующего списка:

1. Энергетика – исторические, социальные и экологические аспекты. Основные понятия, сокращения и обозначения.
2. Современные тенденции развития энергетики. Геополитическое распределение потребителей энергии. Прогноз развития мировой энергетики до 2100 г.
3. Международное природоохранное регулирование.
4. Топливо-энергетический комплекс – состав и основные понятия. Электроэнергетика в энергетической стратегии России.
5. Развитие электроэнергетики России.
6. Электроэнергетические системы. Электрические сети
7. Теоретические основы электротехники: предмет, основные разделы и понятия теоретических основ электротехники.
8. Электрические цепи: элементы, схемы, законы, классификация.
9. Электромагнитные процессы и режимы электрических цепей. Режим синусоидального тока.
10. Мощности в цепях синусоидального тока.
11. Трёхфазные цепи: фазные и линейные токи, напряжения, мощности.
12. Генераторы электростанций.
13. Конструкции синхронных генераторов.
14. Принцип действия синхронных генераторов.
15. Типы турбо - и гидрогенераторов по мощностям и способам охлаждения.
16. Системы возбуждения генераторов.
17. Совершенствование изоляции обмоток синхронных генераторов.
18. Характеристики генераторов, работающих на автономную сеть.
19. Включение генераторов на параллельную работу с сетью постоянного напряжения и постоянной частоты.
20. Угловая характеристика. Статическая устойчивость работы генераторов при работе параллельно с сетью бесконечной мощности.
21. Трансформаторное оборудование. Общие вопросы.
22. Принцип работы и устройство трансформатора. Автотрансформаторы.
23. Конструкция трансформатора. Изоляция в трансформаторах.
24. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора. Структура условного обозначения типа трансформатора.
25. Измерительные трансформаторы.
26. Современное состояние, тенденции развития трансформаторостроения.
27. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения. Назначение и классификация аппаратов.
28. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
29. Выключатели высокого напряжения. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Масляные выключатели. Электромагнитные выключатели. Вакуумные выключатели.
30. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Защитные и токоограничивающие аппараты.
31. Силовая электроника. Силовые электронные ключи. Преобразователи электроэнергии. Применение силовой электроники в электроэнергетике
32. Электрические схемы электростанций и подстанций. Общие сведения.
33. Основные требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств электроустановок.
34. Классификация схем распределительных устройств. Схемы, применяемые на

генераторном напряжении. Схемы, применяемые на высшем и среднем напряжениях.

35. Типовая сетка схем распределительных устройств. Структурные схемы электрических станций и подстанций.

36. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций.

37. Источники реактивной мощности. Реактивная мощность в электрической сети. Источники реактивной мощности и их назначение.

38. Типы источников реактивной мощности. Синхронные генераторы электростанций. Синхронные компенсаторы.

39. Конденсаторные батареи. Статические тиристорные компенсаторы на базе КБ. Реакторы, коммутируемые выключателями.

40. Насыщающиеся реакторы. Реакторы, коммутируемые тиристорами. Комбинированные ИРМ.

41. Конструкции воздушных линий электропередачи. Основные понятия и определения.

42. Общая характеристика воздушной линии и условий ее работы. Провода и грозозащитные тросы. Классификация опор.

43. Изоляторы и линейная арматура. Геометрические характеристики.

44. Кабели и провода для электроэнергетических систем. Силовые кабели низкого напряжения (до 1 кВ). Силовые кабели среднего напряжения. Силовые кабели высокого напряжения. Силовые кабели на высокое постоянное напряжение. Арматура силовых кабелей.

45. Провода для воздушных линий электропередачи.

46. Волоконно - оптические кабели для подвески на воздушных ЛЭП.

47. Сверхпроводящие кабели для линий электропередачи - кабели будущего.

48. Электропередачи и вставки постоянного тока. Управляемые гибкие линии переменного тока.

49. Возможные области применения электропередач и вставок постоянного тока. Использование объектов постоянного тока в мировой электроэнергетике.

50. Схемы электропередач и вставок постоянного тока. Энергетические характеристики преобразователей.

51. Воздушные и кабельные линии постоянного тока.

52. Основное оборудование преобразовательных подстанций. Техничко-экономические показатели электропередач постоянного тока.

53. Управляемые гибкие линии переменного тока.

54. Системы электроснабжения. Общая характеристика систем электроснабжения.

55. Основные группы потребителей электроэнергии. Основные условия и задачи формирования систем электроснабжения.

56. Номинальные напряжения электроустановок. Основные типы схем электрических сетей. Режим нейтрали электрических сетей.

57. Конструкции линий, подстанций и их основного электрооборудования. Основные вопросы проектирования и расчетов СЭС

58. Режимы работы ЭЭС и управление ими. Классификация режимов ЭЭС.

59. Переходные режимы и процессы. Нормативные показатели устойчивости и их обеспечение.

60. Средства управления режимами и их функции. Основные принципы диспетчерского управления.

61. Иерархическая система диспетчерского управления ЕЭС России. Временные уровни управления режимами ЭЭС.

62. Автоматизированная система диспетчерского управления. Структура системы противоаварийной автоматики.

63. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.

64. Потребители и источники реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности.
65. Регулирование напряжения в электрических сетях. Регулирование частоты и мощности в энергосистемах.
66. Релейная защита. Назначение релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите.
67. Структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту. Токовые защиты.
68. Дистанционная защита. Продольная дифференциальная токовая защита. Поперечная дифференциальная токовая защита.
69. Направленная защита с высокочастотной блокировкой. Дифференциально - фазная защита. Комплексы релейной защиты.
70. Качество электрической энергии. Показатели качества электроэнергии. Обеспечение качества электроэнергии
71. Гидроэнергетика и другие возобновляемые источники энергии.
72. Гидроэнергетические ресурсы. Типы гидроэнергетических установок.
73. Основные схемы использования водной энергии. Регулирование стока реки водохранилищем.
74. Гидроэлектростанции и их энергетическое оборудование. Мощность ГЭС и выработка энергии.
75. Гидротехнические сооружения ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции.
76. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика.
77. Инновационное развитие энергетики и трансформация энергетических рынков.
78. Разработка и внедрение цифровых подстанций в электроэнергетике.

#### 5.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Зачтено                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Не зачтено                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала в области современных электроэнергетических систем.</p> <p>Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, способен самостоятельно выполнять простые инженерные расчёты.</p> <p>Обучающийся демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности</p> | <p>Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала.</p> <p>Обучающийся допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не способен самостоятельно выполнять расчёты.</p> <p>Ответы обучающегося носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов</p> |

## 6 Основная учебная литература

1. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях : учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов / Под ред. В. А. Веникова, 1983. - 497.
2. Современные технологии организации и проведения научных исследований в области электро- и теплотехники [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе для очной и заочной форм обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 13.06.01 Электро- и теплотехника, направленность "Электрические станции и электроэнергетические системы", "Энергетические системы и

комплексы", "Электротехнические комплексы и системы" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 66.

3. Электроэнергетические системы и сети : методические указания для практических занятий и курсового проектирования / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2015. - 80.

4. Лыкин А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин, 2017. - 361.

5. Идельчик В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик, 2009. - 592.

6. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов по спец. "Электрич. станции" / Под ред. А. А. Васильева, 1990. - 575.

7. Основы современной энергетики : учебник для вузов по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" : в 2 т. / под общ. ред. Е. В. Аметистова. Т. 2 : Современная электроэнергетика / И. М. Бортник и др., 2019. - 678.

## **7 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Дмитриева М. Л. Электроэнергетические системы и сети\_2 часть : электронный курс / М. Л. Дмитриева, Е. В. Сташкевич, 2022

2. Филиппова Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник для вузов по профилю "Электроэнергетические системы и сети" направлению подготовки 140400- "Электроэнергетика и электротехника" / Т. А. Филиппова, 2014. - 293.

3. Климова Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение : учебное пособие для прикладного бакалавриата вузов по специальности 140211 "Электроснабжение" направления подготовки 140200 "Электроэнергетика" / Г. Н. Климова, 2016. - 179.

4. Основы современной энергетики : курс лекций для менеджеров энергет. компаний : в 2 ч. / под общ. ред. Е. В. Аметистова. Ч. 2 : Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана и В. А. Строева, 2003. - 451, [1 ].

## **8 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <https://minenergo.gov.ru/>

## **9 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <https://www.elibrary.ru/>

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

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. SiminTech Academic Classroom
3. MathWorks\_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)\_511547\_eng
4. PTC\_MathCAD14
5. Microsoft Office Professional Plus 2013

#### **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютер с доступом в интернет, веб-камерой и микрофоном для проведения онлайн-занятий.