

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной программы

Врио директора инженерно-технического  
института

/ А.В. Евлюев  
от « 20 » мая 2026 г.

/ М.М. Малороев  
от « 23 » мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.14.02 Электроэнергетические системы и сети**

Направление подготовки (Бакалавриат)

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (Профиль подготовки)

**«Электротехника электрооборудование»**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная, заочная**

Магас, 2026г

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **«Электроэнергетические системы и сети»** являются: получение необходимых знаний в области расчета и анализа режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

### Задачами дисциплины являются:

- овладеть основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей;
- познакомить с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и электрических сетях
- дать информацию о методах регулирования частоты и напряжения.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока;
- рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов;
- рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов;
- определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по заданной методике;
- контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики;
- обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество продукции;
- участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплин «Электроэнергетические системы и сети» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплин по выбору основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», изучается в 5 семестре. Индекс дисциплины Б1.О.14.02

**Связь дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

*Таблица 2.1.*

| Код дисциплины | Дисциплины, предшествующие дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»     | Семестр |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Б1.О.09        | Электрические машины                                                             | 4,5     |
| Б1.В.14        | Электрические технологии и электрооборудование промышленных и гражданских зданий | 3,4     |

**Связь дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

*Таблица 2.2.*

| Код дисциплины | Дисциплины, следующие за дисциплиной «Электроэнергетические системы и сети» | Семестр |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|

|            |                                    |   |
|------------|------------------------------------|---|
| Б1.О.12.01 | Электрические станции подстанции   | 6 |
| Б1.О.17    | Электробезопасность и охрана труда | 6 |

**Связь дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» со смежными дисциплинами**

**Таблица 2.3.**

| Код дисциплины | Дисциплины, смежные с дисциплиной «Электроэнергетические системы и сети» | Семестр |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| Б1.О.13.03.    | Электрические и электронные аппараты                                     | 5       |
| Б1.В.06        | Трансформаторы                                                           | 5       |
| Б1.В.ДВ.09.02  | Энергоэффективность и энергосбережение в системах энергоснабжения        | 5       |

### **3. Результаты освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети».**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                    | В результате освоения дисциплины обучающийся должен:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1</b>     | Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов                                                  | <b>ПК-1.1.</b> Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения объектов;<br><b>ПК-2.2.</b> Рассчитывает и анализирует режимы работы системы электроснабжения объекта.                                                     | <b>Знать:</b> способен собирать и анализировать данные для проектирования систем электроснабжения объектов с использованием специального программного обеспечения<br><b>Уметь:</b> Использовать специальное программное обеспечение для проектирования систем электроснабжения объектов,<br><b>Владеть:</b> Навыками сбора и анализа данных для проектирования систем электроснабжения объектов |
| <b>ОПК-5</b>    | Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов | <b>ОПК-5.1.</b> Определяет свойства и особенности электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в конструкциях электрических аппаратов и машин.<br><b>ОПК-5.2.</b> Выбирает материал с целью получения заданной структуры и свойств, | <b>Знать:</b> области применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | профессиональной деятельности<br><br>обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей устройств, аппаратов и машин<br>ОПК-5.3. Применяет методы обработки результатов экспериментов по определению свойств и технологических показателей материалов. | характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.<br><b>Уметь:</b> подбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.<br><b>Владеть:</b> навыками применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Электроэнергетические системы и сети»

##### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                   | Всего часов |
|--------------------------------------|-------------|
| Общая трудоемкость/ Зачетные единицы | 72/2        |
| Аудиторные занятия                   | 34          |
| Лекции                               | 18          |
| Практические занятия                 |             |
| Лабораторные занятия                 | 16          |
| Самостоятельная работа               | 38          |
| <b>Итоговая форма контроля</b>       |             |
| Зачет                                | 5 сем       |
| Зачет с оценкой                      |             |
| Экзамен                              |             |

#### Содержание дисциплины на ОО

| № п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля) | се ме ст р | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в |                        |
|-------|-------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|       |                                                 |            | Контактная работа                                                               | Самостоятельная работа |

|                    |                                                                                                                | Вс<br>ег<br>о | Ле<br>кц<br>ии | Пр<br>ак<br>ти<br>че<br>ск<br>ие<br>за<br>ня<br>ти<br>я | Ла<br>бо<br>ра<br>то<br>рн<br>ые<br>за<br>ня<br>ти<br>я | Д<br>р<br>.<br>в<br>и<br>д<br>ы<br>к<br>о<br>н<br>т | Вс<br>ег<br>о | Ку<br>рс<br>ов<br>ая<br>ра<br>бо<br>та(<br>пр<br>ое<br>кт) | По<br>дг<br>от<br>ов<br>ка<br>к<br>эк<br>за<br>ме<br>ну | Др<br>уг<br>ие<br>ви<br>ды<br>са<br>мо<br>ст<br>оя<br>те<br>ль | Колло<br>квиум | Пр<br>ов<br>ер<br>ка<br>те<br>ст<br>ов | Пр<br>ов<br>ер<br>ка<br>ко<br>нт<br>ро<br>ль<br>н.<br>Ра<br>бо | Пр<br>ов<br>ер<br>ка<br>ре<br>фе<br>ра<br>та | Пр<br>ов<br>ер<br>ка<br>эс<br>се<br>и<br>ин<br>ых<br>тв<br>ор | ку<br>рс<br>ов<br>ая<br>ра<br>бо<br>та<br>(пр<br>ое<br>кт)<br>пр |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Раз</b>         |                                                                                                                |               |                |                                                         |                                                         |                                                     |               |                                                            |                                                         |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 1.1.               | <b>Тема 1.1.</b> Исторический обзор развития электрических сетей в России, современное состояние и перспективы | 5             | 4              | 2                                                       | 2                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 1.2.               | <b>Тема 1.2.</b> Преимущества объединенных электроэнергетических систем.                                       | 5             | 3              | 2                                                       | 1                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| <b>Раз<br/>дел</b> |                                                                                                                |               |                |                                                         |                                                         |                                                     |               |                                                            |                                                         |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 2.1.               | <b>Тема 2.1.</b> Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры.                       | 5             | 4              | 2                                                       | 2                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 2.2.               | <b>Тема 2.2.</b> Активные и индуктивные сопротивления и                                                        | 5             | 3              | 2                                                       | 1                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| <b>Раз</b>         |                                                                                                                |               |                |                                                         |                                                         |                                                     |               |                                                            |                                                         |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 3.1.               | <b>Тема 3.1.</b> Построение схемы замещения электрической сети.                                                | 5             | 3              | 2                                                       | 1                                                       |                                                     | 1             |                                                            |                                                         | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 3.2.               | <b>Тема 3.2.</b> Подготовка схемы замещения электрической сети к                                               | 5             | 5              | 4                                                       | 1                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| <b>Раз</b>         |                                                                                                                |               |                |                                                         |                                                         |                                                     |               |                                                            |                                                         |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 4.1.               | <b>Тема 4.1.</b> Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его связь с частотой.              | 5             | 3              | 2                                                       | 1                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 4.2.               | <b>Тема 4.2.</b> Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его связь с напряжением.         | 5             | 6              | 4                                                       | 2                                                       |                                                     | 2             |                                                            | 1                                                       | 1                                                              |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| <b>Раз</b>         |                                                                                                                |               |                |                                                         |                                                         |                                                     |               |                                                            |                                                         |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |
| 5.1.               | <b>Тема 5.1.</b> Основы регулирования                                                                          | 5             | 5              | 4                                                       | 1                                                       |                                                     | 1             |                                                            | 1                                                       |                                                                |                |                                        |                                                                |                                              |                                                               |                                                                  |

[illegible]

|                                                                                                              |                                                            |   |   |   |  |  |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|---|---|--|--|---|--|---|---|--|--|--|--|--|
| 1.1.                                                                                                         | <b>Тема 1.1.</b> Исторический обзор развития электрических | 5 |   |   |  |  | 4 |  | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.2.                                                                                                         | <b>Тема 1.2.</b> Преимущества объединенных                 | 5 |   |   |  |  | 4 |  | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| <b>Раздел 2.Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.</b> |                                                            |   |   |   |  |  |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 2.1.                                                                                                         | <b>Тема 2.1.</b> Полные и упрощенные схемы                 | 5 | 1 | 1 |  |  | 6 |  | 2 | 4 |  |  |  |  |  |
| 2.2.                                                                                                         | <b>Тема 2.2.</b> Активные и индуктивные                    | 5 |   |   |  |  | 4 |  | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| <b>Раздел 3.Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации</b>                             |                                                            |   |   |   |  |  |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 3.1.                                                                                                         | <b>Тема 3.1.</b> Построение схемы                          | 5 | 1 | 1 |  |  | 4 |  | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| 3.2.                                                                                                         | <b>Тема 3.2.</b> Подготовка схемы                          | 5 |   |   |  |  | 6 |  | 2 | 4 |  |  |  |  |  |
| <b>Раздел 4.Балансы мощностей в электроэнергетической системе.</b>                                           |                                                            |   |   |   |  |  |   |  |   |   |  |  |  |  |  |
| 4.1.                                                                                                         | <b>Тема 4.1.</b> Баланс активной мощности в электроэнергет | 5 | 1 | 1 |  |  | 6 |  | 2 | 4 |  |  |  |  |  |

[illegible]

режимов электрических сетей. Основные элементы электроэнергетических систем: генераторы, линии электропередачи, трансформаторы и автотрансформаторы, узлы комплексных нагрузок. Основные сведения о конструкции воздушных линий. Конструктивные элементы воздушных линий: провода и тросы, изоляторы, линейная арматура, опоры и основания. Основные сведения о конструкциях кабельных электрических линий. Конструкции силовых кабелей.

## **Раздел 2. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.**

Зарядные мощности линий. Используемые сечения проводов. Транспозиция фаз. Расщепление проводов фаз линий. Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости трансформаторов (автотрансформаторов). Понятие комплексной нагрузки. Характеристики графиков нагрузки. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

## **Раздел 3. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.**

Расчетные схемы электрических сетей. Расчет электрических линий 110-220 Кв с использованием векторных диаграмм напряжений и токов и П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током. Анализ различных режимов работы электрической линии. Влияние емкостных токов на режимные параметры. Аналитическая зависимость между напряжениями начала и конца линии. Понятие потери и падения напряжения. Допущения, используемые при расчете сетей 110 Кв. Расчет электрических линий 110-220 Кв с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью. Четыре возможных случая постановки задачи расчета режима (по данным начала, по данным конца передачи, итерационным методом «в 2 этапа»). Допущения, используемые при расчете сетей 110 Кв. Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет электрических сетей с учетом статических характеристик нагрузок Метод систематизированного подбора. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки потокораздела. Особенности послеаварийных режимов. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей. Расчет режимов сетей напряжением до 35 Кв. Особенности расчета режимов. Расчет режимов работы электрических сетей с двумя источниками питания.

## **Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе.**

Потребители реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах, их технические и экономические характеристики. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Компенсация реактивной мощности.

## **Раздел 5. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.**

Особенности регулирования напряжения в системообразующих сетях и сетях низших напряжений. Основы регулирования частоты. Задачи, допустимые отклонения частоты, регулировочные характеристики генераторов, методы регулирования частоты.

## **Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем.**

Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии.

## 5. Образовательные технологии

При подготовке бакалавров используются следующие основные формы проведения учебных занятий:

- интерактивные лекции;
- лекции-пресс-конференции;
- тренинги и семинары по развитию профессиональных навыков;
- групповые, научные дискуссии, дебаты.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 6.2 Литература для самостоятельной работы

| № нед. | Тема                                                                                         | Вид самостоятельной работы | Задание                                                                                              | Рекомендуемая литература | Количество часов |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 1.     | Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях                       | Коллоквиум                 | Изучить общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях                       | 1,2,3,4                  | 8                |
| 2.     | Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры. | Коллоквиум                 | Изучить схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры. | 1,2,3,4                  | 10               |
| 3.     | Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.                            | Коллоквиум                 | Изучить расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.                            | 1,2,3,4                  | 10               |
| 4.     | Балансы мощностей в электроэнергетической системе.                                           | Реферат                    | Изучить балансы мощностей в энергетической и системе                                                 | 1,2,3,4                  | 12               |
| 5.     | Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.                          | Реферат                    | Изучить регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.                          | 1,2,3,4                  | 10               |
| 6.     | Потери                                                                                       | Реферат                    | Изучить потери                                                                                       | 1,2,3,4                  | 12               |

|  |                                                                                                |  |                                                                                               |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | мощности и<br>электроэнергии в<br>электрических<br>сетях<br>электроэнергетиче-<br>ских систем. |  | мощности и<br>электроэнергии<br>в электрических<br>сетях<br>электроэнергети-<br>ческих систем |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

1. Ананичева, С.С. Модели развития электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ананичева С.С., Мезенцев П.Е., Мызин А.Л. – М.: Флинта, 2018. – 148 с. – ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/962584>

2. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.М. Ларин [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 130 с. – ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/1058860>

### **6.1. План самостоятельной работы студентов**

### **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Учебным планом направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусматривается самостоятельная работа студента, которая выполняется следующими видами самостоятельной работы: написание контрольной работы по дисциплине, написание рефератов и сдача коллоквиума.

### **Методические рекомендации подготовке и сдаче коллоквиума**

**Коллоквиум** (в переводе с латинского «беседа, разговор») – форма текущего контроля знаний студентов, которая проводится в виде собеседования преподавателя и студента по самостоятельно подготовленной студентом теме.

Он применяется для проверки знаний по определенному разделу (или объемной теме) и принятия решения о том, можно ли переходить к изучению нового материала. Коллоквиум — это беседа со студентами, целью которой является выявление уровня овладения новыми знаниями. В отличие от семинара главное на коллоквиуме — это проверка знаний с целью их систематизации.

**Целью коллоквиума** является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Коллоквиум может проводиться по вопросам, обсуждавшимся на семинарах. Конкретные вопросы для коллоквиума студентам не сообщаются, однако заранее формулируются преподавателем. Предполагаемый объем ответа не должен быть большим (примерно 1,5-2 минуты), чтобы преподаватель мог успеть опросить всех студентов.

### **От студента требуется:**

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум — это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника.

Задача коллоквиума добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у студента стремление к чтению дополнительной экономической литературы.

### ***Подготовка к проведению коллоквиума.***

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.

2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.

3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (3–5 человек).

4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания.

5. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

***Особенности и порядок сдачи коллоквиума.*** Студент может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов (глав); умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Проведение коллоквиума позволяет студенту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой по курсовой работе и при подготовке к экзаменам.

### **Перечень вопросов и заданий, выносимых на коллоквиум.**

Критерии оценки:

- правильно и полно ответил на теоретические вопросы - 6 баллов;
- не ответил или неправильно на теоретические вопросы - 0 баллов.

### **Реферат**

Реферат используется для оценки умений студента самостоятельной работе с литературой, выполнения анализа материала по выбранной теме и формулирование выводов. Темы рефератов выдаются преподавателем, проводящим практические занятия в группе, индивидуально каждому студенту. Общий объем реферата должен составлять 15...20 страниц машинописного текста. Формат А4, размер шрифта 14, междустрочный интервал

полуторный. После завершения выполнения реферата производится его защита в форме индивидуального собеседования с преподавателем. Реферат оценивается оценками «зачтено», «не зачтено».

| Шкала               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «зачтено»    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдены формальные требования к реферату и его оформлению;</li> <li>- представлено грамотное и полное раскрытие темы;</li> <li>- сформулированы основные выводы по работе;</li> <li>- в тексте реферата присутствуют ссылки на используемую литературу и имеется библиографический список, соответствующий теме реферата;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на вопросы во время защиты.</li> </ul> |
| Оценка «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не соблюдены формальные требования к реферату и его оформлению;</li> <li>- представлено не полное раскрытие темы;</li> <li>- нет основных выводов по работе;</li> <li>- библиографический список не соответствует теме реферата; - во время защиты обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части темы реферата.</li> </ul>                                                                                     |

### Структура реферата

1. Титульный лист.
2. Оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.
3. Введение (1,5-2 страницы).
4. Основная часть реферата (12-15 страниц). Может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
5. Заключение. Содержит главные выводы и итоги из текста основной части.
6. Библиография (список литературы) Список составляется согласно правилам библиографического описания.

### 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

#### *Контроль освоения компетенций*

| № п/п | Вид контроля | Контролируемые темы (разделы)                                                                                                                                                                                                                                                                      | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|-------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.    | Коллоквиум   | Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.<br>Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.<br>Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.                                                       | ОПК-5, ПК-1                                    |
| 2.    | Реферат      | Балансы мощностей в электроэнергетической системе.<br>Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.<br>Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем.                                                                                  | ОПК-5, ПК-1                                    |
| 3.    | Зачет        | Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.<br>Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.<br>Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.<br>Балансы мощностей в электроэнергетической системе. | ОПК-5, ПК-1                                    |
|       |              | Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.<br>Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем.                                                                                                                                        | ОПК-5, ПК-1                                    |

Текущий контроль проводится систематически в часы аудиторных занятий или во время аудиторной самостоятельной работы обучающихся. Рубежный контроль проводится с помощью отдельно разработанных оценочных средств.

Промежуточный контроль организовывается на основе суммирования данных текущего и рубежного контроля.

**Вопросы к зачету:**

1. Структура электрических сетей и систем. Определения.
2. Номинальные напряжения электрических сетей и электрооборудования.
3. Области применения номинальных напряжений электрических сетей.
4. Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений.
5. Воздушные линии. Провода и тросы воздушных линий.
6. Опоры и основания. Изоляторы и линейная арматура.
7. Основные конструкции кабелей. Соединения и оконцевание кабелей.
8. Прокладка кабелей.
9. Местные сети. Активное сопротивление линий. Индуктивное сопротивление линий.
10. Компенсация реактивной мощности и индуктивности линий.
11. Рационализация работы электрооборудования промышленных предприятий и электросети.
12. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности.
13. Выбор мощности компенсирующих устройств.
14. Продольная компенсация индуктивности линий.
15. Замкнутые местные сети. Область применения. Городские сети.
16. Сети промышленных предприятий. Загородные сети.
17. Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи.
18. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи.
19. Векторная диаграмма линий электропередачи.
20. Регулирование напряжения и реактивной мощности.
21. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.
22. Баланс реактивной мощности. Особенности регулирования напряжения в электрических системах.
23. Дальние передачи электроэнергии переменным и постоянным током.
24. Механические нагрузки проводов и тросов. Стрела провеса и напряжение в материале провода. Напряжения в проводе при разных атмосферных условиях (уравнение состояние провода).
25. Условия максимального напряжения в проводе и максимальной стрелы провеса (критический пролет и критическая температура).
26. Расчет однородных (монометаллических) проводов и составление монтажных таблиц.
27. Определение физико-механических характеристик и сталеалюминиевых проводов.
28. Условия максимального напряжения в сталеалюминиевом проводе. Расчет проводов.
29. Методы расчета электрических сетей.
30. Выбор сечения проводников в сетях напряжением до 1000В с учетом защитных аппаратов.
31. Допустимые потери напряжения в линиях местных сетей.
32. Определение потери напряжения и сечений проводов в линиях постоянного тока и в осветительных двухпроводных линиях переменного тока.
33. Расчет линий трехфазного тока. Расчет сетей напряжением до 1000В. Расчет сетей со стальными проводами.
34. Определение сечений проводников электрической сети по допустимой потере напряжения.
35. Методы расчета электропотребления и электрических нагрузок.

36. Электрические нагрузки и потребление электроэнергии в промышленности, на транспорте и в [сельскохозяйственном производстве](#).
37. Электрические нагрузки и потребление электроэнергии на коммунально-бытовые нужды и в сфере обслуживания.
38. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций и подстанций.
39. Расход электроэнергии на ее транспорт.
40. Расчетные электрические нагрузки подстанций.
41. Определение потребности в электрической энергии и мощности районных и объединенных энергосистем.
42. Принципы построения схемы электрической сети.
43. Схемы выдачи мощности и присоединения к сети электростанций.
44. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций.
45. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий.
46. Схемы электрических сетей городов.
47. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности.
48. Расчеты режимов электрических сетей.
49. Подстанции. Общие технические требования.
50. Главная схема электрических соединений подстанции.
51. Схема собственных нужд, оперативный ток, кабельная сеть подстанции.
52. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов на понижающих подстанциях
53. Коммутационная аппаратура
54. Выключатели
55. Компенсирующие устройства
56. Комплектные [трансформаторные подстанции](#)

## **7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля) «Электроэнергетические системы и сети».**

### **Основная литература**

- 1 Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети: учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва: Издательство Юрайт, 2025 — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561003>
- 2 Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания: учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025 — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8148-3. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561831>

### **Дополнительная литература**

- Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи: учебник для вузов / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг; под научной редакцией Е. Н. Котовой. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025 — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07672-1. — Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564683>

### **Периодика**

- 1 Известия Тульского государственного университета. Технические науки: Научный рецензируемый журнал. <https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/index.php?id=technical&lang=ru&year=1> - Текст: электронный.

2 Научный периодический журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика»: Научный рецензируемый журнал. <https://www.powervestniksusu.ru/index.php/PVS>. - Текст: электронный.

### **7.1. Интернет-ресурсы:**

<http://fizrast.ru/sitemap.html>

<http://www.don-agro.ru>

<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>

<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)

<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека

<http://primo.nl.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

### **7.2. Программное обеспечение**

1.1. Microsoft Windows10

1.1. Microsoft Office 2007

1.1. Программный комплекс ММИС “Деканат”

1.1. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия «Тестирования»”

1.1. 1С Зарплата и Кадры

1.1. Антивирусное ПО Eset Nod32

1.1. Справочно-правовая система “Консультант”

1.1. Справочно-правовая система “Гарант”

1.1. 1С Бухгалтерия

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

| №<br>п/п | Вид электронного образовательного ресурса,<br>электронного информационного ресурса                                                                                            | Наименование электронного образовательного ресурса,<br>электронного информационного ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.       | Вид электронного образовательного ресурса (электронный курс, электронный тренажер или симулятор, интерактивный учебник, мультимедийный ресурс, учебные видеоресурсы и другое) | <p>Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»<br/> <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a><br/> «Образовательный ресурс России» <a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a><br/> Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА<br/> <a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a><br/> Русская виртуальная библиотека<br/> <a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a><br/> Кабинет русского языка и литературы<br/> <a href="http://ruslit.ioso.ru">http://ruslit.ioso.ru</a><br/> Национальный корпус русского языка<br/> <a href="http://ruscorpora.ru">http://ruscorpora.ru</a><br/> Научная электронная библиотека «e-Library»<br/> <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a><br/> Электронно-библиотечная система IPRbooks<br/> <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a><br/> Электронно-библиотечная система ИнГу<br/> <a href="https://lib.inggu.ru/">https://lib.inggu.ru/</a><br/> Информационно-правовая система «Гарант»<br/> Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГу Moodle</p> |
| 2.       | Вид электронного информационного ресурса (электронно-библиотечные ресурсы и системы, информационные и справочно-правовые системы и другое)                                    | <p>IPRSmart , (АИБС) «МегаПро»<br/> IPR-books-АЙПИАР медиа<br/> ООО «Гарант»</p> <p>ООО «Гарант»</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

### 7.3. Материально-техническое обеспечение

**Материально-техническая база университета** позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

|                                                   |                                                                                                                 |                                                                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической | Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|

| (модулей),<br>практики, иных<br>видов учебной<br>деятельности,<br>предусмотренных<br>учебным планом<br>образовательной<br>программы | культуры и спорта с перечнем<br>основного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | практических занятий,<br>объектов физической<br>культуры и спорта (с<br>указанием площади и<br>номера помещения в<br>соответствии с<br>документами бюро<br>технической<br>инвентаризации)               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электроэнергетичес<br>кие системы и<br>сети                                                                                         | <b>Каб. № 302 Лекционный зал.</b><br>Укомплектован:<br>- специализированной мебелью и<br>техническими средствами обучения;<br>- демонстрационным<br>оборудованием и учебно-<br>наглядными пособиями.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 386132, Республика<br>Ингушетия, г.о. город<br>Назрань, г. Назрань, тер.<br>Гамурзиевский<br>административный округ,<br>ул. Магистральная, д.<br>39«а» Каб.№ 302, 3 этаж<br>Площадь 31,75м <sup>2</sup> |
|                                                                                                                                     | Каб.№ 111 Электротехники<br>Оборудование учебного<br>кабинета:<br>- Стол монтажный WB 818 ESD<br>на 25 рабочих мест для<br>учащихся;<br>-рабочее место преподавателя;<br>- Аудиторная доска,<br>-учебно-наглядные пособия<br>-коллекция демонстрационных<br>плакатов, макетов.<br>- Источники питания GPC 3060<br>DGOODWILL на 25 рабочих мест<br>для учащихся;<br>Кафедральный библиотечный фонд,<br>учебники и учебно-методические<br>пособия по дисциплине, тесты<br>рубежного и итогового контроля,<br>УМК по дисциплине.<br>(вольтметры универсальные,<br>генераторы сигналов специальной<br>формы, комплекты измерительные<br>лабораторные, источники<br>постоянного и переменного тока,<br>калибраторы и поверочное<br>оборудование, клещи<br>измерительные, магазин<br>сопротивлений и мосты, амперметр,<br>ваттметр), трансформатор<br>380/220В122.Осцелограф . | 386132, Республика<br>Ингушетия, г.о. город<br>Назрань, г. Назрань, тер.<br>Гамурзиевский<br>административный округ,<br>ул. Магистральная, д.<br>39«а» Каб. №111.<br>Площадь 34,2 м <sup>2</sup> .      |

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 г. №144.

Программу составил:

Каун Олег Юрьевич канд. техн. наук, доц.  
(Ф.И.О., должность)

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № 5 от «20» мая 2026 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом инженерно – технического института

Протокол № 3 «21» мая 2026 года

Программа одобрена Ученым советом инженерно – технического института

Протокол № 4 «23» мая 2026 года

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

| Учебный<br>год | Решение<br>кафедры<br>(№ протокола, дата) | Внесенные изменения | Подпись зав.<br>кафедрой |
|----------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------|
|                |                                           |                     |                          |
|                |                                           |                     |                          |
|                |                                           |                     |                          |

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.О.14.02 Электроэнергетические системы и сети**

Направление подготовки (Бакалавриат)  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (Профиль подготовки)  
**«Электротехника электрооборудование»**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная, заочная**

## **Содержание дисциплины «Электрические системы и сети»**

### **Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.**

Классификация электрических сетей. Номинальные напряжения электрических сетей. Требования, предъявляемые к электрическим сетям при их проектировании, сооружении и эксплуатации. Рабочие режимы работы электрических сетей. Задачи, решаемые при расчетах режимов электрических сетей. Основные элементы электроэнергетических систем: генераторы, линии электропередачи, трансформаторы и автотрансформаторы, узлы комплексных нагрузок. Основные сведения о конструкции воздушных линий. Конструктивные элементы воздушных линий: провода и тросы, изоляторы, линейная арматура, опоры и основания. Основные сведения о конструкциях кабельных электрических линий. Конструкции силовых кабелей.

### **Раздел 2. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.**

Зарядные мощности линий. Используемые сечения проводов. Транспозиция фаз. Расщепление проводов фаз линий. Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости трансформаторов (автотрансформаторов). Понятие комплексной нагрузки. Характеристики графиков нагрузки. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

### **Раздел 3. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.**

Расчетные схемы электрических сетей. Расчет электрических линий 110-220 Кв с использованием векторных диаграмм напряжений и токов и Побразной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током. Анализ различных режимов работы электрической линии. Влияние емкостных токов на режимные параметры. Аналитическая зависимость между напряжениями начала и конца линии. Понятие потери и падения напряжения. Допущения, используемые при расчете сетей 110 Кв. Расчет электрических линий 110-220 Кв с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью. Четыре возможных случая постановки задачи расчета режима (по данным начала, по данным конца передачи, итерационным методом «в 2 этапа»). Допущения, используемые при расчете сетей 110 Кв. Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет электрических сетей с учетом статических характеристик нагрузок Метод систематизированного подбора. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки потокораздела. Особенности послеаварийных режимов. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей. Расчет режимов сетей напряжением до 35 Кв. Особенности расчета режимов. Расчет режимов работы электрических сетей с двумя источниками питания.

### **Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе.**

Потребители реактивной мощности. Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах, их технические и экономические характеристики. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Компенсация реактивной мощности.

### **Раздел 5. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.**

Особенности регулирования напряжения в системообразующих сетях и сетях низших напряжений. Основы регулирования частоты. Задачи, допустимые отклонения частоты, регулировочные характеристики генераторов, методы регулирования частоты.

### **Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем.**

Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

#### **Литература для самостоятельной работы**

1. Ананичева, С.С. Модели развития электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ананичева С.С., Мезенцев П.Е., Мызин А.Л. – М.: Флинта, 2018. – 148 с. – ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/962584>
2. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.М. Ларин [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 130 с. – ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/1058860>

#### **План самостоятельной работы студентов**

| № нед. | Тема                                                                                         | Вид самостоятельной работы | Задание                                                                                              | Рекомендуемая литература | Количество часов |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 1.     | Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях                       | Коллоквиум                 | Изучить общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях                       | 1,2,3,4                  | 8                |
| 2.     | Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры. | Коллоквиум                 | Изучить схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры. | 1,2,3,4                  | 10               |
| 3.     | Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.                            | Коллоквиум                 | Изучить расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации.                            | 1,2,3,4                  | 10               |
| 4.     | Балансы мощностей в электроэнергетической системе.                                           | Реферат                    | Изучить балансы мощностей в энергетической и системе                                                 | 1,2,3,4                  | 12               |
| 5.     | Регулирование напряжения и                                                                   | Реферат                    | Изучить регулирование                                                                                | 1,2,3,4                  | 10               |

|    |                                                                                      |         |                                                                                             |         |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|
|    | частоты в электроэнергетической системе.                                             |         | напряжения и частоты в электроэнергетической системе.                                       |         |    |
| 6. | Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем. | Реферат | Изучить потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем | 1,2,3,4 | 12 |

### **Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Учебным планом направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусматривается самостоятельная работа студента, которая выполняется следующими видами самостоятельной работы: написание контрольной работы по дисциплине, написание рефератов и сдача коллоквиума.

### **Методические рекомендации по подготовке и сдаче коллоквиума**

**Коллоквиум** (в переводе с латинского «беседа, разговор») – форма текущего контроля знаний студентов, которая проводится в виде собеседования преподавателя и студента по самостоятельно подготовленной студентом теме.

Он применяется для проверки знаний по определенному разделу (или объемной теме) и принятия решения о том, можно ли переходить к изучению нового материала. Коллоквиум — это беседа со студентами, целью которой является выявление уровня овладения новыми знаниями. В отличие от семинара главное на коллоквиуме — это проверка знаний с целью их систематизации.

**Целью коллоквиума** является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Коллоквиум может проводиться по вопросам, обсуждавшимся на семинарах. Конкретные вопросы для коллоквиума студентам не сообщаются, однако заранее формулируются преподавателем. Предполагаемый объем ответа не должен быть большим (примерно 1,5-2 минуты), чтобы преподаватель мог успеть опросить всех студентов.

#### **От студента требуется:**

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум — это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника.

Задача коллоквиума добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у студента стремление к чтению дополнительной экономической литературы.

### ***Подготовка к проведению коллоквиума.***

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.
2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.
3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (3–5 человек).
4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания.
5. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

***Особенности и порядок сдачи коллоквиума.*** Студент может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов (глав); умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Проведение коллоквиума позволяет студенту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой по курсовой работе и при подготовке к экзаменам.

#### **Перечень вопросов и заданий, выносимых на коллоквиум.**

Критерии оценки:

- правильно и полно ответил на теоретические вопросы - 6 баллов;
- не ответил или неправильно на теоретические вопросы - 0 баллов.

### **Реферат**

Реферат используется для оценки умений студента самостоятельной работе с литературой, выполнения анализа материала по выбранной теме и формулирование выводов. Темы рефератов выдаются преподавателем, проводящим практические занятия в группе, индивидуально каждому студенту. Общий объем реферата должен составлять 15...20 страниц машинописного текста. Формат А4, размер шрифта 14, междустрочный интервал полуторный. После завершения выполнения реферата производится его защита в форме индивидуального собеседования с преподавателем. Реферат оценивается оценками «зачтено», «не зачтено».

| Шкала               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «зачтено»    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдены формальные требования к реферату и его оформлению;</li> <li>- представлено грамотное и полное раскрытие темы;</li> <li>- сформулированы основные выводы по работе;</li> <li>- в тексте реферата присутствуют ссылки на используемую литературу и имеется библиографический список, соответствующий теме реферата;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на вопросы во время защиты.</li> </ul> |
| Оценка «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не соблюдены формальные требования к реферату и его оформлению;</li> <li>- представлено не полное раскрытие темы;</li> <li>- нет основных выводов по работе;</li> <li>- библиографический список не соответствует теме реферата; - во время защиты обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части темы реферата.</li> </ul>                                                                                     |

### **Структура реферата**

1. Титульный лист.
2. Оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.
3. Введение (1,5-2 страницы).
4. Основная часть реферата (12-15 страниц). Может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
5. Заключение. Содержит главные выводы и итоги из текста основной части.
6. Библиография (список литературы) Список составляется согласно правилам библиографического описания.

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

#### *Контроль освоения компетенций*

| №<br>п/п | Вид контроля | Контролируемые темы (разделы)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Компетенции, компоненты<br>которых контролируются |
|----------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1.       | Коллоквиум   | Общие сведения об<br>электроэнергетических системах и<br>электрических сетях.<br>Схемы замещения элементов<br>электроэнергетических систем и<br>электрических сетей и их<br>параметры.<br>Расчет режимов работы<br>электрических сетей различной<br>конфигурации.                                                          | ОПК-5, ПК-1                                       |
| 2.       | Реферат      | Балансы мощностей в<br>электроэнергетической системе.<br>Регулирование напряжения и<br>частоты в электроэнергетической<br>системе.<br>Потери мощности и электроэнергии<br>в электрических сетях<br>электроэнергетических систем.                                                                                           | ОПК-5, ПК-1                                       |
| 3.       | Зачет        | Общие сведения об<br>электроэнергетических системах и<br>электрических сетях.<br>Схемы замещения элементов<br>электроэнергетических систем и<br>электрических сетей и их<br>параметры.<br>Расчет режимов работы<br>электрических сетей различной<br>конфигурации.<br>Балансы мощностей в<br>электроэнергетической системе. | ОПК-5, ПК-1                                       |
|          |              | Регулирование напряжения и<br>частоты в электроэнергетической<br>системе.<br>Потери мощности и электроэнергии<br>в электрических сетях<br>электроэнергетических систем.                                                                                                                                                    | ОПК-5, ПК-1                                       |

Текущий контроль проводится систематически в часы аудиторных занятий или во время аудиторной самостоятельной работы обучающихся. Рубежный контроль проводится с помощью отдельно разработанных оценочных средств.

Промежуточный контроль организовывается на основе суммирования данных текущего и рубежного контроля.

#### **Вопросы к зачету:**

1. Структура электрических сетей и систем. Определения.
2. Номинальные напряжения электрических сетей и электрооборудования.

3. Области применения номинальных напряжений электрических сетей.
4. Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений.
5. Воздушные линии. Провода и тросы воздушных линий.
6. Опоры и основания. Изоляторы и линейная арматура.
7. Основные конструкции кабелей. Соединения и оконцевание кабелей.
8. Прокладка кабелей.
9. Местные сети. Активное сопротивление линий. Индуктивное сопротивление линий.
10. Компенсация реактивной мощности и индуктивности линий.
11. Рационализация работы электрооборудования промышленных предприятий и электросети.
12. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности.
13. Выбор мощности компенсирующих устройств.
14. Продольная компенсация индуктивности линий.
15. Замкнутые местные сети. Область применения. Городские сети.
16. Сети промышленных предприятий. Загородные сети.
17. Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи.
18. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи.
19. Векторная диаграмма линий электропередачи.
20. Регулирование напряжения и реактивной мощности.
21. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.
22. Баланс реактивной мощности. Особенности регулирования напряжения в электрических системах.
23. Дальние передачи электроэнергии переменным и постоянным током.
24. Механические нагрузки проводов и тросов. Стрела провеса и напряжение в материале провода. Напряжения в проводе при разных атмосферных условиях (уравнение состояния провода).
25. Условия максимального напряжения в проводе и максимальной стрелы провеса (критический пролет и критическая температура).
26. Расчет однородных (монометаллических) проводов и составление монтажных таблиц.
27. Определение физико-механических характеристик и сталеалюминиевых проводов.
28. Условия максимального напряжения в сталеалюминиевом проводе. Расчет проводов.
29. Методы расчета электрических сетей.
30. Выбор сечения проводников в сетях напряжением до 1000В с учетом защитных аппаратов.
31. Допустимые потери напряжения в линиях местных сетей.
32. Определение потери напряжения и сечений проводов в линиях постоянного тока и в осветительных двухпроводных линиях переменного тока.
33. Расчет линий трехфазного тока. Расчет сетей напряжением до 1000В. Расчет сетей со стальными проводами.
34. Определение сечений проводников электрической сети по допустимой потере напряжения.
35. Методы расчета электропотребления и электрических нагрузок.
36. Электрические нагрузки и потребление электроэнергии в промышленности, на транспорте и в сельскохозяйственном производстве.
37. Электрические нагрузки и потребление электроэнергии на коммунально-бытовые нужды и в сфере обслуживания.
38. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций и подстанций.
39. Расход электроэнергии на ее транспорт.

40. Расчетные электрические нагрузки подстанций.
41. Определение потребности в электрической энергии и мощности районных и объединенных энергосистем.
42. Принципы построения схемы электрической сети.
43. Схемы выдачи мощности и присоединения к сети электростанций.
44. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций.
45. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий.
46. Схемы электрических сетей городов.
47. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности.
48. Расчеты режимов электрических сетей.
49. Подстанции. Общие технические требования.
50. Главная схема электрических соединений подстанции.
51. Схема собственных нужд, оперативный ток, кабельная сеть подстанции.
52. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов на понижающих подстанциях
53. Коммутационная аппаратура
54. Выключатели
55. Компенсирующие устройства
56. Комплектные трансформаторные подстанции