

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ

В.И. Полищук

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.9 «Электроэнергетические системы и сети»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.02  
Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль, специализация): **Электроснабжение**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **заочная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.А. Грибанов
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПП»	С.О. Хомутов
	руководитель направленности (профиля) программы	А.А. Грибанов

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования	ПК-1.3	Применяет нормативную документацию при определении параметров и выборе технологического электрооборудования
ПК-4	Способен составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения	ПК-4.1	Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения
		ПК-4.3	Рассчитывает технико-экономические показатели оценки эффективности проектов
ПК-5	Способен выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения	ПК-5.4	Выбирает оборудование систем электроснабжения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Теоретические основы электротехники
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Проектирование электрических сетей, Режимы работы систем электроснабжения, Системы электроснабжения, Специализированное программное обеспечение в электроснабжении, Электроснабжение

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 9 / 324

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	14	4	18	288	47

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: заочная**

**Семестр: 7**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
6	4	8	162	24

#### Лекционные занятия (6ч.)

**1. Введение. Основные понятия и определения. Задачи в области передачи и распределения электроэнергии. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.) [9,11,15,16,17,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

1.1 Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.

1.2 Основные понятия и определения.

1.3 Задачи в области передачи и распределения электроэнергии.

1.4 Задачи экономических, электрических и конструктивных расчетов электрических сетей.

1.5 Общие сведения об электроэнергетических системах.

1.5.1 Понятия об электроэнергетической системе.

1.5.2 Технические и экономические преимущества объединенных энергосистем.

**2. Классификация электрических сетей. Номинальные напряжения элементов электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.) [9,11,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

2.1 Назначение электрических сетей и основные требования к ним.

2.2 Принципиальная схема построения электрической сети.

2.3 Классификация электрических сетей, линий электропередачи переменного и постоянного тока и подстанций .

2.3 Номинальные напряжения электрических сетей и электрооборудования.

**3. Конструкция электрических сетей и линий электропередачи. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

3.1 Области применения воздушных и кабельных электрических сетей.

3.2 Материалы, конструкции, номинальные сечения проводов воздушных электрических сетей. Области применения проводов различных конструкций из различных материалов.

3.3 Назначение и основные сведения о конструкциях линейной арматуры и изоляции воздушных линий электропередач.

3.4 Основные типы опор воздушных линий электропередачи. Материалы опор, особенности их конструкций. Расположение проводов и тросов на опорах.

3.5 Конструкция кабелей, кабельных муфт и концевых разделок. Области применения кабелей различного конструктивного исполнения.

Маркировка кабелей. Способы прокладки кабельных линий.

3.6 Основные сведения о конструкции повышающих, понижающих и преобразовательных подстанций. Состав оборудования подстанции.

**4. Электрические нагрузки линий электропередачи и узлов электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,15,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

4.1 Основные потребители электроэнергии в электрических сетях и их характеристика.

4.2 Категории потребителей по требуемой степени надежности электроснабжения.

4.3 Способы представления электрических нагрузок в расчетных схемах электрических сетей: статические и динамические характеристики, упрощенные способы представления.

4.4 Определение составляющих полной мощности нагрузки.

4.5 Графики нагрузок и их основные показатели.

**5. Схемы замещения элементов электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

5.1 Схемы замещения элементов электрических сетей, их роль в электрических расчетах. Однолинейное представление трехфазных элементов электрических сетей.

5.2 Схемы замещения линий электропередачи.

5.2.1 Разновидности схем замещения линий электропередачи.

5.2.2 Определение параметров схемы замещения через погонные сопротивления и проводимости.

5.2.3 Физическая сущность параметров (природа элементов) схемы замещения линий электропередачи.

5.2.4 Методы определения погонных параметров линий электропередачи различных конструктивных исполнений, номинальных напряжений и т.д.

Особенности линий со стальными проводами и кабельных линий.

5.2.5 Упрощенные схемы замещения линий электропередачи и области их применения. Схемы замещения электрических сетей в зависимости от номинального напряжения и конфигурации.

5.3 Схемы замещения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.

5.3.1 Физическая природа сопротивлений и проводимостей схемы замещения трансформаторов.

5.3.2 Определение параметров схемы замещения трансформаторов через паспортные данные.

5.3.3 Отличия в параметрах схемы замещения повышающих и понижающих трансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками, автотрансформаторов.

**6. Векторные диаграммы токов и напряжений для участка сети. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

6.1 Векторные диаграммы токов и напряжений для участка сети без учета емкостных проводимостей.

6.2 Векторные диаграммы токов и напряжений для участка сети с учетом емкостных проводимостей.

6.3 Параметры режимов линий и их определение

6.4 Определение потери и падения напряжения на участке электрической сети.

6.5 Влияние емкостного тока линии на напряжение линии при разных нагрузках.

**7. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

7.1 Определение потерь мощности на участке электрической сети.

7.1.1 Определение потерь мощности в линии электропередачи.

7.1.2 Определение потерь мощности в линии электропередачи, питающей несколько нагрузок.

7.1.3 Учет емкостных токов при определении потерь мощности в линии электропередачи.

7.1.4 Определение потерь мощности в линии электропередачи с равномерно распределенной нагрузкой.

7.2 Определение потерь мощности в трансформаторах и автотрансформаторах.

7.2.1 Определение потерь мощности в двухобмоточных трансформаторах.

7.2.2 Определение потерь мощности в трехобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах.

7.3 Определение потерь мощности в реакторах и конденсаторах.

**8. Основные сведения о качестве электроэнергии и управлении режимами электрических сетей. {с элементами электронного обучения и**

- дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[9,11,15,16,19,20,21]**
- Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.
- 8.1 Показатели качества электроэнергии. Допустимые значения показателей качества. Интегральные характеристики качества. Особенности стандартов по качеству электроэнергии
- 8.2 Баланс активной и реактивной мощностей в электрической сети, их влияние на показатели качества электроэнергии.
- 8.3 Причины, последствия и способы борьбы с отклонением частоты от номинального значения.
- 8.3.1 Влияние отклонения частоты на работу электрооборудования.
- 8.3.2 Способы регулирования частоты в электрической сети.
- 8.4 Способы и методы регулирования величины и формы кривой напряжения в электрической сети.
- 8.4.1 Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников.
- 8.4.2 Способы регулирования напряжения в электрической сети и их характеристика.
- 8.4.3 Регулирование напряжения в электрической сети за счет использования продольной и поперечной компенсации реактивной мощности.
- 8.4.3.1 Основные типы современных компенсирующих устройств, применяемых в электрических сетях, их характеристики и области применения. Выбор мощности компенсирующих устройств по условиям регулирования напряжения. Влияние компенсирующих устройств на режимы электрических сетей.
- 8.4.3.2 Нормативные документы по компенсации реактивной мощности.
- 8.4.4 Классификация способов регулирования напряжения по степени влияния на электрическую сеть.
- 8.4.5 Схемные способы регулирования напряжения в электрической сети.
- 8.4.6 Источники и способы борьбы с колебаниями напряжения в электрической сети.
- 8.5 Причины, последствия и способы борьбы с несинусоидальностью формы кривой напряжения.
- 8.6 Причины, последствия и способы борьбы с несимметрией напряжения.
- 8.7 Способы повышения экономичности работы электрических сетей.
- 8.7.1 Способы повышения экономичности при проектировании электрических сетей.
- 8.7.2 Технические мероприятия по повышению экономичности работы электрических сетей.
- 8.7.3 Особенности работы энергосистемы в режиме минимальных нагрузок.

### **Практические занятия (8ч.)**

- 1. Нагрев проводов и кабелей. {метод кейсов} (1ч.)[7,8,15,16,19,20,21]**
- Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.



Решение задач.

**2. Расчет параметров схемы замещения линий электропередачи. {метод кейсов} (2ч.)[7,8,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Решение задач.

**3. Расчет параметров схем замещения двухобмоточных трансформаторов. {метод кейсов} (1ч.)[7,8,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Решение задач.

**4. Расчет параметров схем замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. {метод кейсов} (1ч.)[7,8,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Решение задач.

**5. Определение потери напряжения в элементах электрической сети. {метод кейсов} (1ч.)[7,8,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Решение задач.

**6. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. {метод кейсов} (2ч.)[7,8,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Решение задач.

#### **Лабораторные работы (4ч.)**

**1. Конструкция воздушных и кабельных линий электропередачи. {метод кейсов} (1ч.)[5,11,15,16,17,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Изучение по литературе, плакатам, макетам и обучающим программам на ЭВМ конструктивного исполнения воздушных и кабельных линий. Рассмотрение особенностей применения различных проводящих материалов, типов опор и других элементов электрических сетей. Анализ линейной арматуры воздушных линий электропередач, особенностей их исполнения. Вывод о достоинствах и недостатках различных элементов воздушных и кабельных линий электропередачи и областях их применения.

1 Воздушные линии электропередачи

1.1 Основные понятия и определения

1.2 Общие сведения о конструкции воздушных линий электропередачи

1.3 Опоры воздушных линий электропередачи

1.4 Изоляторы

1.5 Линейная арматура

1.6 Провода и тросы

1.7 Конструктивные размеры воздушных линий электропередачи

- 2 Кабельные линии электропередачи
- 2.1 Основные понятия и определения
- 2.2 Обозначения кабельных линий
- 2.3 Конструкция кабелей
- 2.4 Маркировка кабелей
- 2.5 Способы прокладки кабельных линий
- 2.6 Кабельная арматура

Выводы

**2. Моделирование элементов электрической системы. {метод кейсов} (1ч.)[5,11,12,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Определение по экспериментальным значениям величин тока, напряжения и активной мощности, активного и реактивного сопротивления линий электропередачи и трансформаторов. Вывод о характере влияния на параметры схемы замещения элементов электрической сети способов представления нагрузки, уровня напряжения в электрической сети.

- 1 Принципиальная схема электрической сети и ее схема замещения
- 2 Экспериментальные и расчетные данные
- 2.1 Определение параметров схемы замещения нагрузки
- 2.2 Выявление влияния напряжения в сети на параметры нагрузки
- 3 Графики зависимостей и диапазоны погонных параметров и сечений для воздушных линий электропередачи
- 4 Определение параметров схем замещения линий электропередачи и трансформаторов

Выводы

**3. Выявление закономерностей изменения потерь мощности и напряжения в электрической сети. {метод кейсов} (1ч.)[5,11,15,16,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Экспериментальное определение потери мощности и напряжения на участке электрической сети в зависимости от потоков активной и реактивной мощностей по линиям, величин номинального напряжения участка сети, характера нагрузки. Вывод о факторах, влияющих на потери мощности и напряжения в электрической сети.

- 1 Принципиальная схема соединений электрической сети и ее схема замещения
- 2 Экспериментальные и расчетные данные, полученные в ходе выполнения работы
- 2.1 Выявление закономерностей влияния параметров нагрузки на изменение потерь мощности и напряжения в электрической сети
- 2.2 Выявление закономерностей влияния параметров линий электропередачи на изменение потерь мощности и напряжения в электрической сети
- 2.3 Выявление закономерностей влияния напряжения источника питания на изменение потерь мощности и напряжения в электрической сети



3 Характер зависимостей потерь мощности и напряжения в линии электропередачи и трансформаторе от параметров нагрузки, линии электропередачи и источника питания

Выводы

**4. Выявление влияния емкостей элементов на потери мощности и напряжения в электрической сети. {метод кейсов} (1ч.)[5,11,15,16,19,20,21]**

Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее. Экспериментальное определение потери мощности и напряжения на участке электрической сети в зависимости от величины реактивной мощности, генерируемой линией, продольной и поперечной компенсации. Вывод о влиянии емкостных элементов на потери мощности и напряжения в электрической сети.

1 Принципиальная схема соединений электрической сети и ее схема замещения

2 Схемы электрической сети при продольной и поперечной компенсации реактивной мощности

3 Экспериментальные и расчетные величины, полученные в ходе выполнения работы

3.1 Определение влияния реактивной мощности, генерируемой линией электропередачи на потери мощности и напряжения в электрической сети

3.2 Определение влияния продольной компенсации реактивного сопротивления (установки батарей конденсаторов в рассечку линии электропередачи) на потери мощности и напряжения в электрической сети

3.3 Определение влияния поперечной компенсации реактивной мощности (установки батарей конденсаторов, включенных на подстанции с низкой стороны трансформатора параллельно нагрузке) на потери мощности и напряжения в электрической сети

4 Графики зависимостей

Выводы

### **Самостоятельная работа (162ч.)**

**1. Подготовка к текущим занятиям, самостоятельное изучение материала.(67ч.)[9,11,12,15,16,17,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Модуль 1. Общая характеристика электроэнергетических систем и сетей. Конструкция электрических сетей и линий электропередачи.

Модуль 2. Моделирование и учет электрических нагрузок. Схемы замещения элементов электрических сетей.

Модуль 3. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети.

Модуль 4. Качество электрической энергии. Управление режимами работы электрических сетей.

**2. Подготовка к текущему контролю**

**успеваемости.(36ч.)[9,11,12,15,16,17,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Модуль 1. Общая характеристика электроэнергетических систем и сетей. Конструкция электрических сетей и линий электропередачи.

Модуль 2. Моделирование и учет электрических нагрузок. Схемы замещения элементов электрических сетей.

Модуль 3. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети.

Модуль 4. Качество электрической энергии. Управление режимами работы электрических сетей.

**3. Контрольная работа.(50ч.)[1,10,11,12,14,15,16,17,18,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Решение задач. В контрольной работе решаются инженерные задачи расчета элементов и режимов работы электрических сетей при их проектировании.

**4. Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).(9ч.)[9,11,12,15,16,17,19,20,21]** Формирование способности участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования, а именно следующее.

Модуль 1. Общая характеристика электроэнергетических систем и сетей. Конструкция электрических сетей и линий электропередачи. Модуль 2.

Моделирование и учет электрических нагрузок. Схемы замещения элементов электрических сетей. Модуль 3. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. Модуль 4. Качество электрической энергии.

Управление режимами работы электрических сетей.

### **Семестр: 8**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
8	0	10	126	23

### **Лекционные занятия (8ч.)**

**9. Общие сведения о проектировании электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]**

Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее.

9.1 Основные этапы проектирования электрических сетей.

9.1.1 Задачи и стадийность проектирования.

9.1.2 Цель, задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей.

9.2 Схемы электрических сетей и их классификация.

9.3 Классификация электрических подстанций.

**10. Основы проектирования электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее.

10.1 Исходные данные для проектирования.

10.2 Выбор схемы соединения сети или конфигурации сети.

10.3 Выбор варианта сети с учетом надежности.

10.4 Категории потребителей по требуемой степени надежности электроснабжения и требования к их электроснабжению.

10.5 Основные понятия из теории надежности.

10.6 Основные показатели надежности работы электрических сетей.

10.7 Ущерб от перерывов электроснабжения потребителей.

**11. Выбор номинального напряжения электрической сети. Баланс активной и реактивной мощностей в электрической сети. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

11.1 Способы оценки номинального напряжения.

11.2 Методики выбора номинального напряжения сети.

11.3 Баланс активной мощности в электрической сети.

11.4 Баланс реактивной мощности в электрической сети.

**12. Выбор электрооборудования электрической сети. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

12.1 Определение необходимости установки и выбор компенсирующих устройств.

12.2 Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции.

12.3 Выбор проводов и кабелей линий электропередачи.

12.3.1 Выбор марки проводов линий электропередачи.

12.3.2 Выбор сечения проводов и кабелей линий электропередачи по экономической плотности тока.

12.3.3 Выбор сечения проводов линий электропередачи по экономическим интервалам мощности или тока.

12.3.4 Проверка сечений проводов и кабелей.

**13. Особенности определения сечений проводов и кабелей линий электропередачи в различных электрических сетях. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

13.1 Особенности определения сечений проводов и кабелей линий в распределенных сетях по допустимым потерям напряжения.

13.2 Выбор сечения провода или кабеля для осветительной нагрузки.

13.3 Выбор сечения провода или кабеля в низковольтных сетях.

**14. Выбор электрических аппаратов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

14.1 Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрузки.

14.2 Выбор защищающих аппаратов: автоматических выключателей, плавких предохранителей.

14.3 Алгоритм выбора номинального тока защищающего аппарата и сечения проводника в сетях до 1 кВ.

**15. Схемы электрических соединений подстанций. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее.

15.1 Классификация подстанций.

15.2 Типовые главные схемы электрических соединений подстанций, их характеристика, особенности и область применения.

**16. Техничко-экономические расчеты при проектировании электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее.

16.1 Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей. Проект развития электрических сетей.

16.2 Применение систем автоматизации проектирования энергосистем.

16.3 Цель технико-экономических расчетов.

16.4 Техничко-экономические показатели.

16.5 Метод окупаемости затрат, его достоинства и недостатки.

16.6 Метод приведенных затрат.

16.7 Техничко-экономическое сравнение вариантов сети.

**17. Расчеты установившихся режимов работы разомкнутых и замкнутых электрических сетей. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2,5ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее.

17.1 Приближенный расчет потокораспределения мощности в разомкнутых и замкнутых электрических сетях в нормальном и послеаварийном режимах работы.

17.2 Точный электрический расчет установившихся режимов работы сетей.

- 17.3 Расчеты установившихся режимов работы разомкнутых электрических сетей.
- 17.4 Расчеты установившихся режимов работы замкнутых электрических сетей.
- 17.5 Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей смешанной конфигурации.
- 17.6 Уточненный расчет компенсирующих устройств в электрических сетях.
- 17.7 Выбор устройств регулирования напряжения в электрических сетях.

#### **Практические занятия (10ч.)**

- 7. Составление вариантов схемы электрической сети и выбор наиболее рациональных вариантов. Приближенный расчет потокораспределения в электрической сети. {метод кейсов} (1ч.) [8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 8. Выбор номинального напряжения электрической сети. {метод кейсов} (1ч.) [7,8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 9. Баланс активной и реактивной мощностей в электрической сети. Определение необходимости установки и выбор компенсирующих устройств. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции. {метод кейсов} (1ч.) [7,8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 10. Выбор сечений проводов воздушных линий электропередачи. {метод кейсов} (1ч.) [8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 11. Составление схемы замещения электрической сети и определение ее параметров. {метод кейсов} (1ч.) [8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 12. Разработка схем электрических соединений разомкнутых, замкнутых сетей и сетей смешанной конфигурации. {метод кейсов} (1ч.) [8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.
- 13. Техико-экономическое обоснование выбора оптимального варианта исполнения электрической сети. Расчет срока окупаемости. Расчет**



**приведенных затрат. {метод кейсов} (1ч.)[8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.

**14. Расчеты установившихся режимов работы разомкнутых и замкнутых электрических сетей. {метод кейсов} (3ч.)[8,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, а именно следующее. Решение задач.

### **Курсовые работы (0ч.)**

**1. Проектирование районной электрической сети. {разработка проекта} (0,ч.)[1,2,3,4,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

Курсовой проект заключается в проектировании районной электрической сети. Выполнение данного курсового проекта ставит цель систематизировать и закрепить теоретические знания студентов по данной дисциплине, получить практические навыки по решению инженерных задач.

В состав инженерных задач, решаемых при проектировании электрических сетей, входят следующие: выбор наиболее рациональных вариантов схем электрической сети и электроснабжения потребителей, сопоставление этих вариантов по различным показателям, выбор в результате этого сопоставления и технико-экономического расчета наиболее оптимального варианта, выбор номинальных напряжений электрической сети, выбор сечений проводов воздушных линий электропередачи, определение числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях, параметров схемы замещения элементов электрической сети, технико-экономических показателей электрической сети, расчет режимов работы электрической сети, решение вопросов, связанных с регулированием напряжения.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки и графической части. Графическая часть курсового проекта должна содержать три листа формата А1. Первый и второй листы графической части должны содержать принципиальные схемы электрических соединений вариантов разомкнутой и замкнутой электрической сети с указанием номинальных напряжений линий электропередачи, марок проводов и типов трансформаторов, типов и мощности компенсирующих устройств, коммутационных аппаратов: разъединителей, выключателей. Третий лист графической части должен содержать схему замещения спроектированной электрической сети и данные по параметрам ее режимов работы.



## **Самостоятельная работа (126ч.)**

**1. Подготовка к текущим занятиям, самостоятельное изучение материала.(51ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

Модуль 5. Основы проектирования электрических сетей.

Модуль 6. Схемы электрических соединений подстанций.

Модуль 7. Техничко-экономические расчеты.

Модуль 8. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей.

**2. Подготовка к текущему контролю успеваемости.(26ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования, способности проводить обоснование проектных решений, способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее.

Модуль 5. Основы проектирования электрических сетей.

Модуль 6. Схемы электрических соединений подстанций.

Модуль 7. Техничко-экономические расчеты.

Модуль 8. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей.

**3. Выполнение курсового проекта.(40ч.)[1,2,3,4,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

Пояснительная записка содержит 14 разделов. Графическая часть состоит из 3 листов формата А1.

**4. Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).(9ч.)[9,11,14,15,16,18,19,20,21]** Формирование способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения, выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения, а именно следующее.

Модуль 5. Основы проектирования электрических сетей.

Модуль 6. Схемы электрических соединений подстанций.

Модуль 7. Техничко-экономические расчеты.

Модуль 8. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Грибанов, А. А. Задания для проектирования районной электрической сети : учебно-методическое пособие по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника всех форм обучения / А. А. Грибанов, Е.В. Шипицына; Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2021. – 22 с. : ил. – Текст : непосредственный. - Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gribanov-a-a-epp-6031f8676564a.pdf>

2. Гутов, И.А. Проектирование электрической сети: В 3 частях. Часть 1. Выбор варианта исполнения электрической сети и электрооборудования : учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. - 49 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5df0bd35de43e.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

3. Гутов, И.А. Проектирование электрической сети: В 3 частях. Часть 2. Разработка схемы электрических соединений сети и технико-экономические расчеты : учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. - 20 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5df0bdee82022.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

4. Гутов, И.А. Проектирование электрической сети: В 3 частях. Часть 3. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей: учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. - 44 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5df0bf650ef91.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

5. Гутов, И.А. Электроэнергетические системы и сети: лабораторный практикум для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. В 2 частях. Часть 1. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. - 32 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5decb87c666f8.pdf>. –

Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

6. Гутов, И.А. Электроэнергетические системы и сети: лабораторный практикум для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. В 2 частях. Часть 2. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. - 21 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5decc12cad535.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

7. Гутов, И.А. Электроэнергетические системы и сети: практикум для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. В 2 частях. Часть 1. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. - 29 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5decc29c028b8.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

8. Гутов, И.А. Электроэнергетические системы и сети: практикум для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения. В 2 частях. Часть 2. / И.А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. - 24 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5decc374c1db3.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

9. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети: учебно-методическое пособие по теоретическому курсу для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / И. А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. - 233 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5f9bc28c5df86.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

10. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети: методические указания к контрольной работе для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / И. А. Гутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд - во АлтГТУ, 2020. - 49 с. – URL : <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/gutov-i-a-epp-5f9bc3039e60f.pdf>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

11. Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг ; науч. ред. С. И. Бартоломей ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 299 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696528> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2638-9. – Текст : электронный.

12. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник : [16+] / А. В. Лыкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 363 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575236> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр.: с. 329-332. – ISBN 978-5-7782-3037-8. – Текст : электронный.

13. Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие : [16+] / А. В. Лыкин. – 3-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (дата обращения: 27.02.2023). – ISBN 978-5-7782-2262-5. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

14. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т. А. Филиппова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 294 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574714> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр.: с. 281-282. – ISBN 978-5-7782-3589-2. – Текст : электронный.

15. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 400 с. : табл., граф., схем., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436047> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр.: с. 361-362. – ISBN 978-5-7782-2463-6. – Текст : электронный.

16. Филиппова, Т. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т. А. Филиппова, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина ; Новосибирский государственный технический университет. – 2-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 359 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр.: с. 349-350. – ISBN 978-5-7782-2743-9. – Текст : электронный.

17. Привалов, Е. Е. Эксплуатация линий электропередач систем электроснабжения : учебное пособие : [16+] / Е. Е. Привалов. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 213 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481650> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9419-0. – DOI 10.23681/481650. – Текст : электронный.

18. Электроэнергетические системы и управление ими : учебное пособие : [16+] / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова, А. Ю. Арестова [и др.] ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский

государственный технический университет, 2018. – 74 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574692> (дата обращения: 27.02.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3703-2. – Текст : электронный.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

19. Ананичева, С.С. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / С.С. Ананичева, С.Н. Шелюг.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019.—296 с. - Режим доступа: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/76274/1/978-5-7996-2638-9\\_2019.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/76274/1/978-5-7996-2638-9_2019.pdf)

20. Герасименко, А. А. Электроэнергетические системы и сети. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : конспект лекций / А. А. Герасименко, Е. С. Кинев, Т. М. Чупак. – Электрон. дан. (7 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – Режим доступа: [http://bkpt.osu.ru/ckeditor\\_assets/attachments/3393/lekcii.pdf](http://bkpt.osu.ru/ckeditor_assets/attachments/3393/lekcii.pdf)

21. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.— М.: Энергоатомиздат, 1989, — 592 с : ил. - Режим доступа: <https://www.proektant.org/books/0008-ELE-1989.pdf>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Microsoft Office
2	Windows
3	OpenOffice



<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
3	Антивирус Kaspersky
6	Компас-3d
7	Яндекс.Браузер

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Интерактивная база данных по электрическим сетям и электрооборудованию ( <a href="https://online-electric.ru/dbase.php">https://online-electric.ru/dbase.php</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )
4	Сайт для начинающих электриков и профессионалов ( <a href="http://www.elektrospets.ru/index.php">http://www.elektrospets.ru/index.php</a> )
5	Электронная библиотека Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и его партнеров в сфере издательской деятельности. Коллекция включает в себя более 3 миллионов полнотекстовых документов с самыми высокими индексами цитирования в мире. Часть материалов находится в свободном доступе. Для поиска таких документов нужно выбрать расширенный поиск «Advanced Search», ввести в поисковое окно ключевые слова и поставить фильтр «Open Access» ( <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».