

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.11 «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 (вариативная)**

Форма обучения: **заочная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	И.А. Гутов
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 планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	общие закономерности физических процессов в электроэнергетических системах, линиях электро-передачи, устройство электрических сетей, способы и средства транспортировки электрической энергии, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, схемы замещения основных элементов электрической сети и расчет их параметров для установившихся режимов работы, требования к схемам электрических сетей, схемы электроэнергетических систем, сетей и подстанций при проектировании объектов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	использовать основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования и эксплуатации, выбирать схемы подстанций и основное оборудование для высоковольтных распределительных электрических сетей, использовать современную вычислительную технику для решения задач проектирования объектов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	методами и методиками выбора и проверки основного оборудования электрических сетей при проектировании объектов в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
ПК-4	способностью проводить обоснование проектных решений	способы и методы выбора оптимальных вариантов исполнения электрической сети, основы технико-экономических	формулировать основные технико-экономические требования к электроэнергетическим объектам и обосновывать	знаниями по обоснованию оптимального проектного решения - выбора исполнения электрической сети

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
		расчетов при проектировании электрических сетей для обоснования проектного решения	проектные решения	
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	основные понятия и определения, методы расчета установившихся режимов работы электроэнергетических систем, расчётные формулы, векторные диаграммы, схемы электроэнергетических систем, сетей и подстанций, схемы, параметры и режимы основного оборудования электрических сетей и подстанций	моделировать и анализировать установившиеся режимы работы электрических сетей, использовать современную вычислительную технику и программное обеспечение для расчета и анализа режимов работы электрических систем и сетей	навыками расчета и анализа установившихся режимов работы электроэнергетических систем и сетей, использования методов и методик выбора и проверки основного оборудования электрических сетей
ПК-7	готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	показатели качества электроэнергии, способы их регулирования, устройства регулирования напряжения в электрической сети и методы их выбора для обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике	обосновать целесообразность и объем мероприятий по повышению качества электроэнергии в электрических сетях высокого и низкого напряжений, выбирать устройства регулирования напряжения в электрической сети для обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике	методами и методиками расчета и анализа электрических сетей для обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса передачи и распределения электрической энергии

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Общая энергетика, Теоретические основы электротехники
---	---

<p>Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.</p>	<p>Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Надежность электроснабжения, Научно-исследовательская работа, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (вторая производственная практика), Преддипломная практика, Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Системы автоматизированного проектирования электроснабжения, Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий, Эксплуатация цепей оперативного тока электрических станций и подстанций, Электроснабжение</p>
--	---

**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: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	8	12	8	260	38

**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: 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	
4	6	4	130	19

## Лекционные занятия (4ч.)

### **1. Введение. Основные понятия и определения. Задачи в области передачи и распределения электроэнергии. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[1,2,3,5,8]**

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.

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.)[1,2,3,5]**

Формирование готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7]**

Формирование готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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.)[1,2,3,4,5,6]**

Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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} (0,5ч.)[1,2,3,4,5,6]** Формирование способности

рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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.)[1,2,3,5]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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} (0,5ч.)[1,2,3,4,5,6]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,5ч.)[1,2,3,5]** Формирование готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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 (4ч.)**

- 1. Нагрев проводов и кабелей. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее. Решение задач.
- 2. Расчет параметров схемы замещения линий электропередачи. {метод кейсов} (1ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.
- 3. Расчет параметров схем замещения двухобмоточных трансформаторов. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.
- 4. Расчет параметров схем замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.
- 5. Определение потери напряжения в элементах электрической сети. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы

объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.

**6. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрической сети. {метод кейсов} (1ч.)[1,6,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.

### **Лабораторные работы (6ч.)**

**1. Конструкция воздушных и кабельных линий электропередачи. {метод кейсов} (1ч.)[1,3,6,7,8,13]** Формирование готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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.)[1,2,3,4,5,6,7,13]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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} (2ч.) [1,2,3,4,5,6,7,13]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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} (2ч.) [1,2,3,5,6,7,13]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, 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 расщелку 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 (130ч.)**

**1. Подготовка к текущим занятиям, самостоятельное изучение материала.(57ч.)[1,2,3,4,5,6,7,13,14,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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.(31ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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.(30ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее.

Решение задач. В контрольной работе решаются инженерные задачи расчета

элементов и режимов работы электрических сетей при их проектировании.

**4. Подготовка к защите контрольной работы.(3ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9]**

**5. Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).(9ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]**

Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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	
4	6	4	130	19

**Лекционные занятия (4ч.)**

**9. Общие сведения о проектировании электрических сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (0,25ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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.

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} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,8]** 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, 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} (0,25ч.)[1,2,3,5,6]** Формирование способности проводить обоснование проектных решений, 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} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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, 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} (0,25ч.)[1,2,3,5,6,7]** Формирование способности проводить обоснование проектных решений, 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} (0,25ч.)[1,2,3,5,6,7]** Формирование способности проводить обоснование проектных решений, 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} (0,25ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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, 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} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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, 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. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1,25ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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 рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, 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 (4ч.)**

**7. Составление вариантов схемы электрической сети и выбор наиболее рациональных вариантов. Приближенный расчет потокораспределения в электрической сети. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** 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. Решение задач

**8. Выбор номинального напряжения электрической сети. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** Формирование способности проводить обоснование проектных решений, 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} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** 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. Решение задач.

**10. Выбор сечений проводов воздушных линий электропередачи. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** Формирование способности проводить обоснование проектных решений, а именно следующее. Решение задач.

**11. Составление схемы замещения электрической сети и определение ее параметров. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** Формирование способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, а именно следующее. Решение задач.

**12. Разработка схем электрических соединений разомкнутых, замкнутых сетей и сетей смешанной конфигурации. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,15]** 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, а именно следующее. Решение задач.

**13. Техничко-экономическое обоснование выбора оптимального варианта исполнения электрической сети. Расчет срока окупаемости. Расчет приведенных затрат. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,6,7,15]** 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, а именно следующее. Решение задач.

**14. Расчеты установившихся режимов работы разомкнутых и замкнутых электрических сетей. {метод кейсов} (0,5ч.)[1,2,3,5,15]** 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 рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее. Решение задач.

#### **Лабораторные работы (6ч.)**

**5. Составление схемы электрических соединений понизительных трансформаторных подстанций. {метод кейсов} (1ч.)[1,2,3,5,6,7,14]** 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, а именно следующее.

Составление схем электрических соединений трансформаторных подстанций по вариантам.

**6. Составление схемы электрических соединений электрической сети.(1ч.)[1,2,3,5,6,7,14]** 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, а именно следующее.

1 Составление схемы электрических соединений разомкнутой электрической сети.

2 Составление схемы электрических соединений простой замкнутой электрической сети.

3 Составление схемы электрических соединений электрической сети смешанной конфигурации с независимыми участками.

4 Составление схемы электрических соединений электрической сети смешанной конфигурации с зависимыми участками.

**7. Расчёт и анализ параметров установившегося режима электрической сети смешанной конфигурации с независимыми участками. {метод кейсов} (2ч.)[1,2,3,5,6,7,14]** 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 рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее.

Расчет режимов работы электрической сети по вариантам.

**8. Расчёт и анализ параметров установившегося режима электрической сети смешанной конфигурации с зависимыми участками. {метод кейсов} (2ч.)[1,2,3,5,6,7,14]** 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 рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, готовности обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике, а именно следующее.

Расчет режимов работы электрической сети по вариантам.

### **Курсовые работы (40ч.)**

**1. Проектирование районной электрической сети. {разработка проекта} (40ч.)[9,10,11,12]** 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, 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 (130ч.)**

**1. Подготовка к текущим занятиям, самостоятельное изучение материала.(38ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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. Технико-экономические расчеты.

Модуль 8. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей.

**2. Подготовка к текущему контролю успеваемости.(43ч.)[1,2,3,5,6,7]** 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. Технико-экономические расчеты.

Модуль 8. Расчеты установившихся режимов работы электрических сетей.

**3. Выполнение курсового проекта.(40ч.)[1,2,3,5,6,7,9,10,11,12]** 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.

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

#### **4. Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).(9ч.)(1,2,3,5,6,7)**

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.

#### **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:

9. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: задания к курсовому проекту 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, 2015. - 11 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_zkp.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_zkp.pdf)

10. Гутов, И. А. Проектирование электрической сети [Электронный ресурс]: 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, 2015. - 49 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_ump1.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_ump1.pdf)

11. Гутов, И. А. Проектирование электрической сети [Электронный ресурс]:

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, 2015. - 20 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_ump2.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_ump2.pdf)

12. Гутов, И. А. Проектирование электрической сети [Электронный ресурс]: 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, 2015. - 44 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_ump3.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_ump3.pdf)

13. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : 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, 2015. - 32 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_lp1.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_lp1.pdf)

14. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : 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, 2015. - 16 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_lp2.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_lp2.pdf)

15. Гутов, И. А. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : практикум 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, 2015. - 24 с. – Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov\\_ess\\_ppz.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/epp/Gutov_ess_ppz.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

1. Герасименко, А. А.. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие : [для вузов по направлению "Электроэнергетика"] / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - Ростов н/Д : Феникс ; Красноярск : Издат. проекты, 2006. - 721 с. - 99 экз.

2. Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2262-5. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767>

3. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей [Электронный ресурс] : справочник / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро ; под ред. Д. Л. Файбисовича. — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2017. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104578>

## 6.2. Дополнительная литература

4. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : [учебное пособие по направлению 140200 «Электроэнергетика»] / А. В. Лыкин. - Москва : Логос, 2006. - 254 с. : ил. - (Новая Университетская Библиотека). - Библиогр.: с. 251-253 (36 назв.). - 2000 экз. - ISBN 5-98704-055-8 : 182.50 р. - 25 экз.

5. Антонов, С. Н. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. Н. Антонов, Е. В. Коноплев, П. В. Коноплев, А. В. Ивашина. Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь, 2014. - 101 с. - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=277453](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=277453)

6. Хорошилов, Н. В. Электропитающие системы и электрические сети [Текст] : учебное пособие для вузов по направлению «Электроэнергетика и электротехника» / Н. В. Хорошилов [и др.]. - 2-е изд., перераб и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 351 с.: ил. - 1000 экз. - ISBN 978-5-94178-279-6: 694.00 р. - 25 экз.

7. Балдин, М. Н. Основное оборудование электрических сетей: справочник [Электронный ресурс] / М. Н. Балдин, И. Г. Карапетян. — М. : ЭНАС, 2014. — 208 с. - ISBN 978-5-4248-0098-6. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60778)

8. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] : изд. 7-е: общие правила; передача электроэнергии; распределительные устройства и подстанции; электрическое освещение; электрооборудование специальных установок. — М. : ЭНАС, 2013. — 560 с. - ISBN 978-5-4248-0031-3. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38572](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38572)

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

16. ielectro Всё об электротехнике [Электронный ресурс]. - Загл. с экрана. - Режим доступа: <http://www.ielectro.ru>.

17. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс]. - Загл. с экрана. - Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/>

## 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	Windows
2	Microsoft Office
3	AutoCAD
4	Mathcad 15
5	Chrome
6	LibreOffice
7	Антивирус Kaspersky
8	Компас-3d

<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	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> )

## **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 занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

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».