



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Ю.М. Горбенко
(ФИО)

« 19 » июня 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
электроэнергетики и
электротехники


(подпись) Н.В. Силин
(ФИО.)

« 19 » июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроэнергетические системы и сети

Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль «Электроэнергетические системы и сети»

Форма подготовки (очная)

курс 3 семестр 5
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 18 час.
в том числе с использованием МАО лек.2 /пр 4 /лаб. час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час
в том числе с использованием МАО 6 час.
самостоятельная работа 54 час.
контрольные работы (2)
курсовая работа/курсовой проект _____ семестр
зачет _____ семестр
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2021, № 144.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и электротехники, протокол № 17 от «19» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой Н.В. Силин

Составитель (ли): к.т.н., доцент О.М. Холянова, ст. преподаватель Н.Г. Винаковская

Владивосток
2019

Оборотная сторона титульного листа РПУД

Пересмотрена и утверждена на заседании УС Школы _____ «
24 » июня 2021 г. (протокол № 13)

Пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ _____ «
15 » июля 2021 г. (протокол № 08-21)

Пересмотрена и утверждена на заседании УС Школы _____ «
_____ » _____ 20__ г. (протокол № _____)

Пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ _____
« _____ » _____ 20__ г. (протокол № _____)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Инжиниринг энергетических систем» и входит в перечень дисциплин учебного плана по выбору (Б1.В.ДВ.07.01).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 зачётные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), в том числе в интерактивной форме (2 часа), лабораторные занятия (18 часов), практические занятия (36 часа), в том числе в интерактивной форме (4 часа) и самостоятельная работа студента (54 часа), в том числе 27 часов на экзамен. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре. Форма контроля по дисциплине – экзамен.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Векторный анализ», «Физика», «Высшая математика», «Информатика в электроэнергетике», «Прикладная математика», «Теоретическая механика», «Математические задачи энергетики»; «Теоретические основы электротехники», «Энергетическое и конструкционное материаловедение», «Общая энергетика», «Электрические машины», «Прикладное программирование», «Электрическое оборудование подстанций».

В свою очередь она является «фундаментом» для изучения дисциплины «Проектирование электроэнергетических систем и сетей» и других. Дисциплина изучает параметры схем замещения элементов электроэнергетических систем, методики расчёта режимов в электроэнергетических системах.

Цели дисциплины:

- формирование у бакалавров базовых знаний о конструкциях элементов электроэнергетической системы;
- получение умения решать практические задачи по расчёту режимов в простых (разомкнутых и замкнутых) питающих электрических сетях.

Задачи дисциплины:

1. Ознакомить с конструкциями элементов линий электропередачи.
2. Научить студентов составлять схемы замещения электрической сети, определять их параметры и рассчитывать режимы электрических сетей и систем.
3. Научить основам проектирования питающих сетей и методам повышения надёжности и экономичности электрических сетей и обеспечения качества электроэнергии.

Для успешного изучения дисциплины «Инжиниринг энергетических систем» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

способность творчески воспринимать и использовать достижения науки, техники в профессиональной сфере в соответствии с потребностями регионального и мирового рынка труда;

- способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности;
- способность к самоорганизации и самообразованию;
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций.

Профессиональная компетенция выпускников и индикаторы их представлены в таблицах 1,2 и 3.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Обеспечение безопасной, надежной и экономичной эксплуатации энергооборудования, расчет показателей функционирования, ведение режимов, выполнение диспетчерского графика нагрузки, бесперебойное энергоснабжение потребителей, поддержание нормативного качества отпускаемой энергии	Электроэнергетика (в сфере электроэнергетики и электротехники)	ПК-7 - готовность определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса в области высоковольтной электроэнергетики по заданной методике	ПК – 7.1 – Оценивает текущий и прогнозируемый режимы электроэнергетической системы	20.030
			ПК – 7.2 – Определяет необходимость регулирования режимов и параметров электроэнергетических объектов	20.031
			ПК – 7.3 – Обеспечивает эффективную работу высоковольтного электрооборудования	20.032

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК – 7.1 – Оценивает текущий и прогнозируемый режимы электроэнергетической системы	Знает типовые схемы нормального режима энергосистемы; правила технологического функционирования электроэнергетических систем
	Умеет анализировать и прогнозировать электроэнергетический режим энергосистемы при изменении технологического режима работы и (или) эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств
	Владеет навыками оценки текущего и прогнозного электроэнергетического режима
ПК – 7.2 – Определяет необходимость регулирования режимов и параметров электроэнергетических объектов	Знает нормы участия генерирующего оборудования в регулировании частоты; правила регулирования частоты и перетоков активной мощности; порядок управления режимами работы энергосистемы
	Умеет оценивать эффективность изменений эксплуатационного состояния или технологического режима работы линий электропередачи, оборудования, устройств
	Владеет алгоритмом расчета режимов работы высоковольтного электроэнергетического оборудования по заданной методике для обеспечения эффективной работы;
ПК – 7.3 – Обеспечивает эффективную работу высоковольтного электрооборудования	Знает характеристики режимов работы объектов высоковольтной электроэнергетики; режимы работы объектов высоковольтной электроэнергетике
	Умеет выбирать режимы работы объектов, оптимальных по главным показателям
	Владеет знаниями, позволяющими применять результаты расчетов режимов работы высоковольтного электроэнергетического оборудования по заданной методике для обеспечения эффективной работы

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС.)

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ (4 ЧАС.).

Тема 1. Введение. Основные понятия (2 часа).

Состояние электроэнергетики в России и за рубежом. Классификация электрических сетей по выполняемым функциям. Электрические сети постоянного и переменного тока. Современные конструкции воздушных и кабельных линий.

Тема 2. Требования к схеме электроснабжения, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 час.)

Критерии оценки работы энергосистемы. Задачи курса. Конструкции воздушных линий электропередачи. Конструкции кабельных линий.

РАЗДЕЛ II. РАСЧЁТ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (8 ЧАС.).

Тема 3. Расчет режима линии электропередачи (4 час.).

Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Векторная диаграмма токов и напряжений. Расчет режима разомкнутой линии электропередачи при заданной мощности нагрузки (в конце линии, в начале линии). Расчет режима линии электропередачи в два этапа.

Тема 4. Расчет режима замкнутой линии электропередачи 2 час.).

Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях. Расчет режима замкнутой линии электропередачи.

Тема 5. Рабочие режимы электроэнергетических систем (2 час.).

Баланс активной мощности и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Компенсация реактивной мощности.

РАЗДЕЛ III. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (2 ЧАС.).

Тема 6. Качество электрической энергии и его обеспечение, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 час.)

ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Методы регулирования напряжения. Встречное регулирование. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ (4 ЧАС.).

Тема 7. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем (2 час.).

Техничко-экономические показатели. Приведенные затраты. Техничко-экономическое сравнение вариантов.

Тема 8. Мероприятия по уменьшению потерь мощности и электроэнергии, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа», (2 час.)

Методы расчета потерь электроэнергии (Вероятностно-статистические и детерминированные). Классификация потерь электроэнергии. Методы уменьшения потерь мощности и энергии в питающих сетях.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ (54 ЧАС.)

Практические занятия (36 час.)

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ (8 ЧАС.)

Занятие 1. Конструкции элементов электрической сети. Схемы замещения линий электропередачи (4 час.).

1. Конструкции воздушных линий электропередачи.
2. Конструкции кабельных линий электропередачи.
3. Схемы замещения воздушных и кабельных линий электропередачи.
4. Расчёт параметров схемы замещения.

Занятие 2. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов (2 час.)

1. Схемы замещения одно- и двух- трансформаторных подстанций, автотрансформаторов.
2. Определение параметров схемы замещения

Занятие 3. Схемы замещения электрической сети, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (2 час.)

1. Схемы замещения сети с ВЛ и трансформаторами.
2. Выбор и проверка сечения проводов.
3. Выбор и проверка трансформаторов.

РАЗДЕЛ II. РАСЧЁТ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЛЕКТОПЕРЕДАЧИ (14 ЧАС.)

Занятие 4. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей (2 час.).

1. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей при разных способах задания нагрузки
2. Расчёт режима в два этапа разомкнутой сети.

Занятие 5. Расчёт режима в трансформаторах (2 час.).

1. Расчетные нагрузки подстанции.
2. Определение напряжения на низкой стороне подстанции.

Занятие 6. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей (4 час.).

1. Расчет установившихся режимов электрических сетей с двумя номинальными напряжениями без учета потерь.

2. Расчет установившихся режимов электрических сетей с двумя номинальными напряжениями с учетом потерь.

Занятие 7. Расчёт простой замкнутой электрической сети (2 час.).

1. Уравнения моментов.

2. Определение точки потокораздела.

3. Проверка сечений проводов в аварийном режиме работы.

4. Расчёт режима в два этапа.

Занятие 8. Расчет установившихся режимов электрических сетей, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (2 час.)

1. Расчет установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей.

2. Решение задач на все прошедшие темы.

Занятие 9. Расчёт электрической сети с двухсторонним питанием (2 час.).

1. Расчёт электрической сети при равных напряжениях на шинах источников питания.

2. Расчёт электрической сети при разных напряжениях на шинах источников питания.

3. Уравнительные токи и уравнительные мощности.

РАЗДЕЛ III. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (8 ЧАС.)

Занятие 10. Регулирование напряжения в электрической сети, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4час.)

1. Методы и средства регулирования напряжения в энергосистеме.
2. Расчёт продольной компенсации в электрической сети (УПК).
3. Расчёт поперечной компенсации (компенсация реактивной мощности) в электрической сети.

Занятия 11. Регулирование напряжения на низкой стороне подстанции (4 час.).

1. Встречное регулирование.
2. РПН трансформатора.
3. Условия встречного регулирования.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ (6 ЧАС.).

Занятие 12. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях (4 час.).

1. Выбор номинального напряжения.
2. Типы конфигураций электрических сетей по степени надежности.
3. Схемы понижающих подстанций.
4. Выбор трансформаторов на районной подстанции.
5. Методика выбора и проверки сечений проводов и кабелей по экономической плотности тока. Состояние вопроса.
6. Методика выбора и проверки сечений проводов по экономическим

интервалам токов или мощностей. Состояние вопроса.

Занятие 13. Техничко-экономическое сравнение вариантов схем электроснабжения (2 час.).

1. Укрупнённое сравнение вариантов.
2. Стоимостные показатели.
3. Расчёт потерь электроэнергии.
4. Расчёт T_M , τ_M .

Лабораторные занятия (18 час.).

Лабораторная работа № 1. Натуральное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с однородным питанием, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.).

Лабораторная работа № 2. – Натуральное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двухсторонним питанием, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

Лабораторная работа № 3. – Конструктивные элементы и способы монтажа воздушных линий электропередачи, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

Лабораторная работа № 4.- Конструктивные элементы, способы прокладки кабельных линий электропередачи, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин.; Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс Издательские проекты, 2008. – 718 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381620&theme=FEFU>

2. Системы электроснабжения : учебное пособие / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко.; Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2011. – 382 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419117&theme=FEFU>

3. Холянова О.М., Винаковская Н.Г. Руководство к лабораторной работе № 4 «Конструкция линий электрических сетей» по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1. Конструкция воздушных линий [Электронный ресурс] / ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА) ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [41 с.]. – Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог.

Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>

Дополнительная литература
(электронные и печатные издания)

1. Энергетическая стратегия России до 2030 года.- М.: Изд-во РИА ТЭК, 2009.- 113 с. – Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-4283&theme=FEFU> (1

2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчётов.- М.: НЦ ЭНАС, 2009.- 456 с.- Режим

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%281093%29.xml&theme=FEFU (1)

3. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. Для электроэнерг. спец. вузов/В.А.Веников, А.А.Глазунов, Л.А.Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева.- 2 –е изд., перераб. и доп. – М.; Высш. шк., 1998. – 511 с. - Режим

доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379569&theme=FEFU> (4 экз)

4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381816&theme=FEFU> (10 экз)

5. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. Пособие для электроэнерг. спец./В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; Под ред. В.А. Строева. – М.: Высш. шк., 1999 – 352 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360671&theme=FEFU> (1 экз)

6. Савина Н.В., Мясоедов Ю.В., Дудченко Л.Н. Электрические сети в примерах и расчетах : Учебное пособие. Благовещенск, изд-во АмГУ, 1999. – 238 с. - Режим

доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379379&theme=FEFU> (10 экз)

7. Дудченко Л.Н. Регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме.- Благовещенск: Издательство АмГУ, 1997.- 74 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:364926&theme=FEFU> (1)

8. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов / И. И. Карташев [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова.; Москва: Изд. дом Московского энергетического института, 2009. – 354 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:358773&theme=FEFU> (2)

Нормативно-справочные материалы

1. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7.- Новосибирск: сиб. унив. изд-во, 2006. – 854 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694239&theme=FEFU> (1)

2. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей / под ред. Я. М. Большама, В. И. Круповича, М. Л. Самовера, Москва : Энергия , 1975. – 695 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663311&theme=FEFU> (3)

3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 349 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381772&theme=FEFU> (8)

4. Электротехнический справочник: В 3-х т. : Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии/ под ред.: В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А. Жукова и др. – М.: Энергоиздат, 1982. – 656 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381836&theme=FEFU> (1)

5. Карапетян И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей [Электронный ресурс] / Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5046> .

Перечень ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514943> Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев, А.В. Ивашина; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2014. – 104 с.

2. <http://window.edu.ru/resource/995/70995> Александров Г.Н. Режимы работы воздушных линий электропередачи: учебное пособие. – СПб.: Центр подготовки кадров энергетики, 2006.- 139 с.

3. <http://window.edu.ru/resource/894/73894> Эксплуатация электроэнергетических систем и сетей: Учебное пособие. Автор/создатель: Мастерова О.А., Барская А.В. Пособие соответствует программе дисциплины и предназначено для студентов специальности 100200 "Электроэнергетические системы и сети". Подготовлено в Томском политехническом университете. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006.- 114 с.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная

электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» отводится 90 часов аудиторных занятий и 54 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **практические занятия** проводятся с использованием учебного пособия, разработанного на кафедре электроэнергетики и электротехники.

Лабораторные работы

1. Основы электроэнергетики: учебно-методический комплекс/ В.С.Холянов, О.М.Холянова; Владивосток: Изд-во Дальневосточный государственный технический университет, 2007. – 193 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:386662&theme=FEFU>

- **лабораторные работы** проводятся бригадами по 4 человека с использованием учебного пособия:

2. Холянова О.М., Винаковская Н.Г. Руководство к лабораторной работе № 4 «Конструкция линий электрических сетей» по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1. Конструкция воздушных линий [Электронный ресурс] / ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [41 с.]. – Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>

-самостоятельная работа в виде подготовки к рубежной контрольной работе и тестированию направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций, практических занятий и лабораторных работ.

Для студентов заочной формы обучения разработаны методические указания к контрольным работам:

Основы электроэнергетики: учеб. программа, метод. указания и контр. задания / О.М. Холянова, Н.Г. Винаковская ; Дальневосточный государственный технический университет.- Владивосток: Издат. Дом Дальневост. федерал. Ун-та, 2012.- 24 с.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

<p>Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. E524, E525</p>	<p>Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3- 4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1- 1 Wty</p>	<p>AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключаящими возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt; Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов;</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3- 1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/- RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64- bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty</p> <p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	<p>Autocad 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку электротехнического и электроэнергетического оборудования; Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов; Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов,</p>

		<p>включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг;</p> <p>7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</p> <p>Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</p> <p>Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).</p>
--	--	--



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»
Направление подготовки – 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника»

профиль «Электроэнергетические системы и сети»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2019

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1. Конструкции элементов электрической сети. Схемы замещения линий электропередачи	08.02.20- 05.06.20	Подготовка к лабораторным работам	17 недель	ПР-6
2. Требования к схеме электроснабжения	22.02.20- 27.02.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
3. Схемы замещения электрической сети	29.02.20- 05.03.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
4. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей	07.03.20- 13.03.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
5. Расчёт режима в трансформаторах	14.03.20- 20.03.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
6. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей	21.03.20- 02.04.20	Контрольная работа №1, тестирование	2 недели	ПР-2, ПР-1
7. Расчёт простой замкнутой электрической сети	04.04.20- 09.04.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
8. Расчет установившихся режимов электрических сетей	11.04.20- 16.04.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	УО
9. Расчёт электрической сети с двухсторонним питанием	18.04.20- 22.04.20	Контрольная работа № 2	1 неделя	ПР-2
10. Регулирование напряжения в электрической сети	25.04.20- 07.05.20	Подготовка к блиц-опросу	1 час	УО
11. Регулирование напряжения на низкой стороне подстанции	09.05.20- 14.05.20	Подготовка к блиц-опросу	1 неделя	ПР-12
12. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях	16.05.20- 28.05.20	Подготовка к блиц-опросу	2 недели	УО
13. Техничко-экономическое	30.05.20-	Подготовка к	2 недели	УО

сравнение вариантов схем	04.06.20	блиц-опросу		
14. Современные электроэнергетические системы	06.05.20-11.06.20	Тест	1 неделя	ПР-1

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде задач по каждому разделу РПУД (представлены Приложении 2). Полный комплект задач «Электроэнергетические системы и сети» хранятся на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

Оценка уровня освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов университета.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и активность на занятиях);
- степень усвоения теоретических знаний (блиц-опросы, тестирование по разделам теоретического материала);
- результаты самостоятельной работы (контрольные работы).

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

В случае, если студент не набирает баллов на положительную оценку, то он может участвовать в **экзамене** по этой дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить эти знания на практике.

Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным. Ответ на экзамене оценивается максимально в 20 баллов, которые суммируются с накопленными баллами в течение семестра.

Суммарные баллы переводятся в традиционные «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Рекомендации по подготовке к экзамену:

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат - возможное отчисление из учебного заведения.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Варианты задач по разделу «Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей».

В вариантах задач задаются разомкнутые схемы районных электрических сетей. Исходной информацией питающих сетей напряжением 220/110 кВ являются нагрузки потребителей и напряжение источника питания. В ходе расчёта необходимо выбрать элементы электрической сети (трансформаторы на РТП и сечения проводов) и рассчитать режим максимальных нагрузок. В первой контрольной работе по условию задачи необходимо предварительно составить электрическую схему районной сети, затем – схему замещения.

Варианты задач по разделу «Расчет установившихся режимов замкнутых электрических сетей» и «Встречное регулирование».

Задачи во второй контрольной работе задаются электрической схемой с большим количеством элементов электрической сети. Рассматриваются как разомкнутые схемы, так и простые замкнутые и схемы с двухсторонним питанием. Необходимо составить схему замещения, определить её параметры и рассчитать режим максимальных нагрузок. При этом на удаленной подстанции, согласно ГОСТу 32144-2013, необходимо обеспечить качественное напряжение на низкой стороне подстанции.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»
Направление подготовки – 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника»
профиль «Электроэнергетические системы и сети»
Форма подготовки (очная)

Методические рекомендации оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, контрольных работ, тестирования, выполнения лабораторных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

В экзаменационном билете один вопрос связан с выполнением расчёта в общем виде и оценивается в 3 балла. Второй вопрос связан с общими понятиями конструкции, проектирования и эксплуатации питающих электрических сетей и оценивается в 2 балла.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Состояние и перспективы развития электрических сетей в РФ и за рубежом.
2. Классификация электрических сетей.
3. Требования к электрическим сетям.
4. Конструкции воздушных линий электропередач.
5. Конструктивные элементы кабельных линий.
6. Кабельные линии и способы их прокладки.
7. Схемы замещения линий электропередачи и их параметры.
8. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов и их параметры.
9. Потери мощности в трансформаторах.
10. Способы задания электрических нагрузок.
11. Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки.
12. Векторная диаграмма токов и напряжений. Потери и падение напряжения.
13. Расчет режима линии электропередачи при известных мощности и напряжения в начале линии.

14. Расчет режима линии электропередачи при заданных мощности и напряжения в конце линии.
15. Расчет разомкнутой сети в два этапа. Задана мощность нагрузки и напряжение источника питания.
16. Расчетные нагрузки подстанции.
17. Определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанции.
18. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
19. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей с номинальным напряжением 35 кВ и ниже.
20. Определение наибольшей потери напряжения.
21. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. Заданы одинаковые напряжения по концам линии $U_1 = U_4$.
22. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. Заданы различные напряжения по концам линии, $U_1 > U_4$.
23. Расчет сети с двухсторонним питанием с учетом потерь мощности.
24. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
25. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
26. Показатели качества электроэнергии.
27. Методы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения.
28. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
29. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
30. Определение допустимой потери напряжения в сети.
31. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока.
32. Выбор сечения проводов по экономическим интервалам токов и мощностей.
33. Технико-экономические показатели в расчетах электрических сетей энергосистем.
34. Технико-экономическое сравнение вариантов сети.

35. Выбор номинального напряжения.

36. Схемы построения электрических сетей и подстанций. Выбор трансформаторов.

37. Детерминированные методы расчета потерь мощности и потерь энергии в электрических сетях.

38. Обработка контрольных замеров в режимные дни и оценка состояния энергосистемы.

39. Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

40. Технические мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»:**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
100 - 86	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил требования, предъявляемые к электроэнергетической системе, умеет оценить полученные результаты расчёта согласно требованию обеспечения потребителей качественной электроэнергией, владеет методикой регулирования параметров режима работы электрических сетей.
85 - 76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к электроэнергетической системе, способен рассчитать режимы работы электроэнергетического оборудования, правильно применяет теоретические положения при выборе элементов электрической сети.
75 - 61	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил конструктивные особенности электротехнического оборудования (проводов, кабелей, трансформаторов), допускает неточности, испытывает затруднения при выборе оборудования питающих электрических сетей.

60 и менее	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет выбор оборудования и расчёт режимов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
------------	-----------------------	--

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Типовые задачи

для выполнения контрольной работы №1 по дисциплине

«Электроэнергетические системы и сети»

Задача № 1

От шин 220 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 150 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 100 + j 24 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. Напряжение источника питания 221 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Хабаровский край, сталь, II район по гололеду.

Задача № 2.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 120 км питается инструментальный завод с нагрузкой на низкой стороне $180 + j 104 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

Напряжение источника питания 230 кВ.

Выполнить расчет режима в два этапа.

Амурская область, III район по гололеду, сталь.

Задача № 3.

На подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{\text{НБ}} = 228,5 \text{ кВ}$

- в режиме наименьших нагрузок $U_{\text{НМ}} = 229,8 \text{ кВ}$

Значения нагрузок на низкой стороне:

$P_{\text{НБ}} = 75,25 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,83$

$P_{\text{НМ}} = 22,51 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,88.$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 4.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{CP} = 32 + j 18 \text{ МВ*А}$ и $S_H = 14 + j 8 \text{ МВ*А}$.

Напряжение на высокой стороне подстанции 109 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Задача № 5.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 104 + j24 \text{ МВА}$) и 3 ($S_3 = 234 + j49 \text{ МВА}$). Длина участка 1-2 - 80 км, 2-3 - 140 км. Напряжение источника питания 222 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Камчатская область, 1У район по гололеду, сталь.

Задача № 6

От шин 220 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 120 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 144 + j 38 \text{ МВ*А}$.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Амурская область, сталь, II район по гололеду.

Задача № 7.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 160 км питается авторемонтный завод с нагрузкой на низкой стороне $200 + j 105 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 231 кВ.

Выполнить расчет режима в два этапа.

Красноярский край, III район по гололеду, сталь.

Задача № 8.

На подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{НБ} = 224,72 \text{ кВ}$

- в режиме наименьших нагрузок $U_{НМ} = 231,44 \text{ кВ}$

Значения нагрузок потребителей:

$P_{НБ} = 38,71 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,82$

$P_{НМ} = 11,45 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,85.$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 9.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{CP} = 18 + j 10,2 \text{ МВ*А}$ и $S_H = 12,4 + j 8,9 \text{ МВ*А}$.

Напряжение на высокой стороне подстанции 112 кВ.

Определить напряжение на шинах низкого и высокого напряжений.

Задача № 10.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 20,13 + j6,21 \text{ МВА}$) и 3 ($S_3 = 30,42 + j 18,32 \text{ МВА}$). Длина участка 1-2 - 45 км, 2-3 - 40 км. Напряжение источника питания 117 кВ.

Определить напряжение в каждой точке схемы..

Сахалинская обл., 1У район по гололеду, сталь.

Задача № 11

От шин 110 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 70 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 16 + j 10 \text{ МВ*А}$. Напряжение источника питания 109 кВ.

Определить напряжение в каждой точке схемы.

Иркутская обл., II район по гололеду, сталь.

Задача № 12.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 20 км питается тракторостроительный завод с нагрузкой на низкой стороне $120 + j 64 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 227 кВ.

Выполнить расчет режима в два этапа.

Задача № 13.

На понижающей подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{НБ} = 112,2 \text{ кВ}$
- в режиме наименьших нагрузок $U_{НМ} = 116,2 \text{ кВ}$.

Значения нагрузок потребителей на низкой стороне:

$P_{\text{НБ}} = 25,17 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,88,$

$P_{\text{НМ}} = 9,74 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,79.$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача №1 4.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{\text{СР}} = 64,3 + j 27,4 \text{ МВ*А}$ и $S_{\text{Н}} = 31,7 + j 17,8 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 113 кВ.

Рассчитать напряжение на низкой стороне подстанции.

Задача № 15.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 105,56 + j24,6 \text{ МВА}$) и 3 ($S_3 = 50,42 + j13,6 \text{ МВА}$). Длина участка 1-2 - 70 км, 2-3 - 110 км. Напряжение источника питания 230 кВ.

Рассчитать напряжение во всех точках схемы.

Челябинская обл., III район по гололеду, сталь.

Задача № 16.

От шин 110 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной

50 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 28 + j 121 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 112 кВ.

Определить напряжение во всех точках схемы.

Краснодарский край, сталь, II район по гололеду.

Задача № 17.

От шин 110 кВ районной подстанции по линии длиной 40 км питается приборостроительный завод с нагрузкой на низкой стороне $84 + j 39 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 115 кВ.

Выполнить расчет режима в два этапа.

Томская обл., III район по гололеду, сталь.

Задача № 18.

На понижающей подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{НБ} = 112,1$ кВ
- в режиме наименьших нагрузок $U_{НМ} = 117,4$ кВ

Значения нагрузок на низкой стороне:

$$P_{НБ} = 12,8 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,92,$$

$$P_{НМ} = 8,32 \text{ МВт}; \quad \cos\varphi = 0,9.$$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 19.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{СР} = 94,8 + j 52,1$ МВ*А и $S_{Н} = 39,7 + j 24,4$ МВ*А.

Напряжение на высокой стороне подстанции 108 кВ.

Рассчитать напряжение на шинах среднего и низкого напряжения.

Задача № 20.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 30,15 + j20,4$ МВА) и 3 ($S_3 = 45,24 + j18,5$ МВА). Длина участка 1-2 - 15 км, 2-3 - 20 км. Напряжение источника питания 115 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Омская обл., II район по гололеду, сталь.

Примечание: Полный комплект задач хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

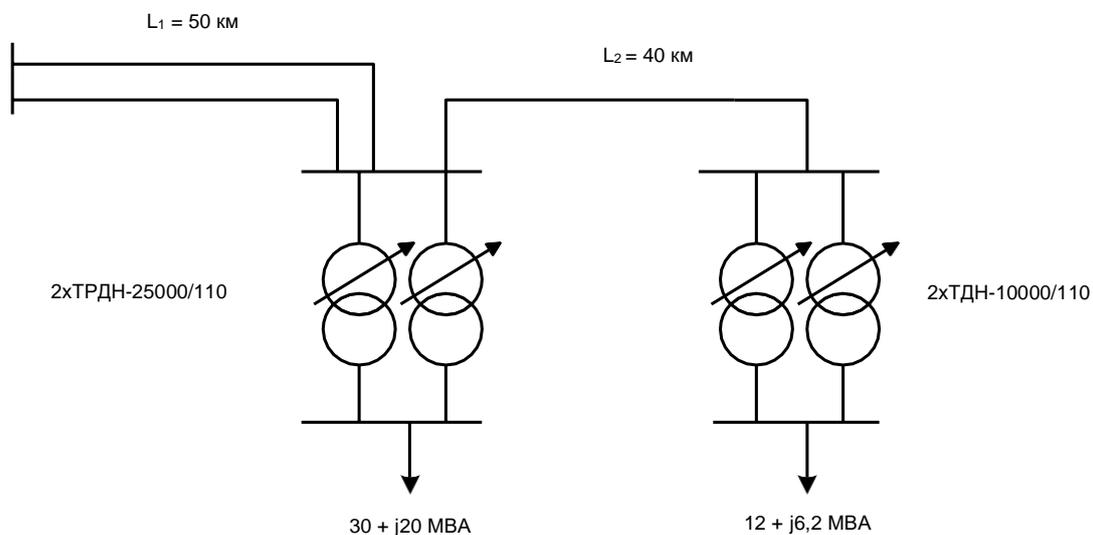
Типовые задачи
для выполнения контрольной работы №2 по дисциплине
«Электроэнергетические системы и сети»

Задача 1.

1. Для электрической схемы составить схему замещения и определить её параметры. Алтайский край, железобетонные опоры, II район по гололёду.

2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 (без учета потерь мощности).

$$U_1 = 117 \text{ кВ.}$$

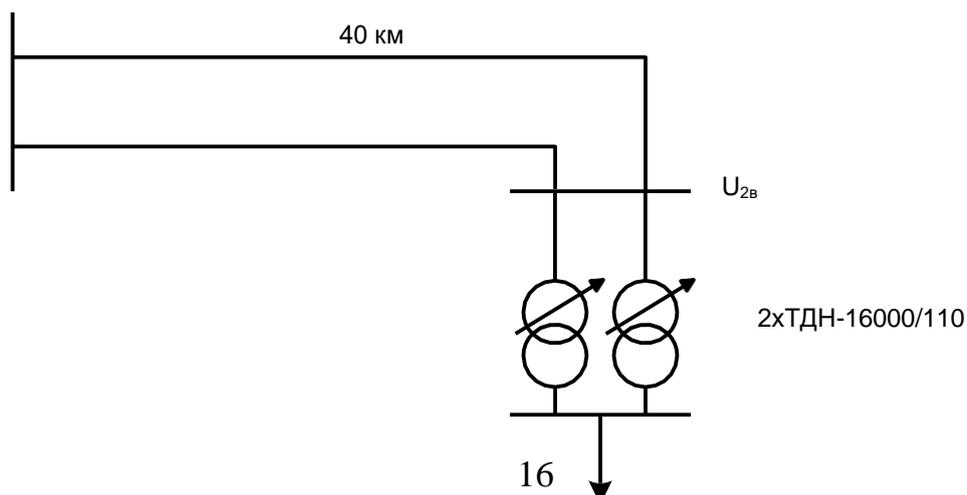


Задача № 3.

1. Выполнить расчёт режима в два этапа.

2. Обеспечить качественное напряжение на низкой стороне подстанции 2 – $U_{2н}$ в режиме наибольших нагрузок. Нагрузка в МВА, Краснодарский край, ж/б опоры, II район по гололеду.

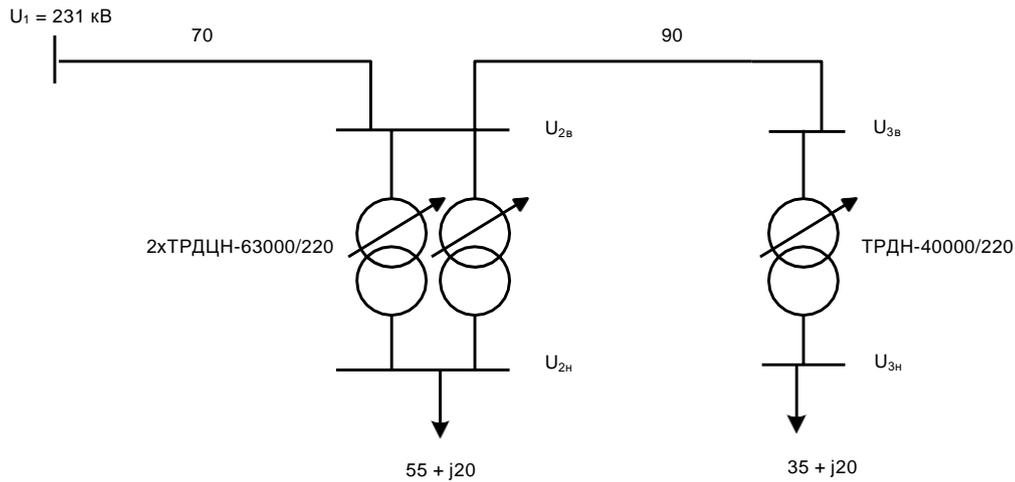
$$U_1 = 119 \text{ кВ}$$



Задача 4.

1. Проверить условие надежности схемы электроснабжения.
2. Выбрать регулировочное ответвление трансформатора на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

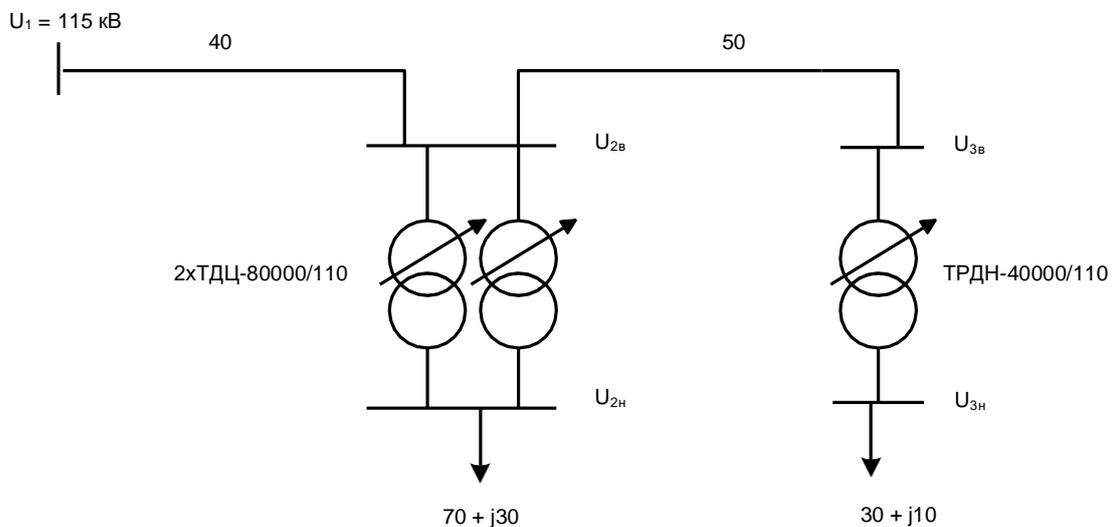
Нагрузки в МВА, длины в км, Камчатский край, стальные опоры, III – IV район по гололеду.



Задача № 5.

1. Проверить выполнение условия надежности схемы электроснабжения.
2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$ (без учета потерь мощности).

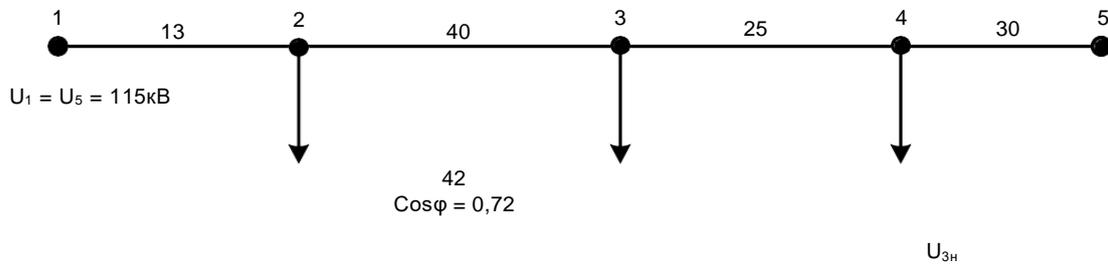
Нагрузки в МВА, длины в км, Амурская область, стальные опоры, III-IV район по гололеду.



Задача № 6.

Составить схему замещения и определить её параметры.

Нагрузки в МВт, длины в км, Сахалинская область, стальные опоры, III район по гололеду.



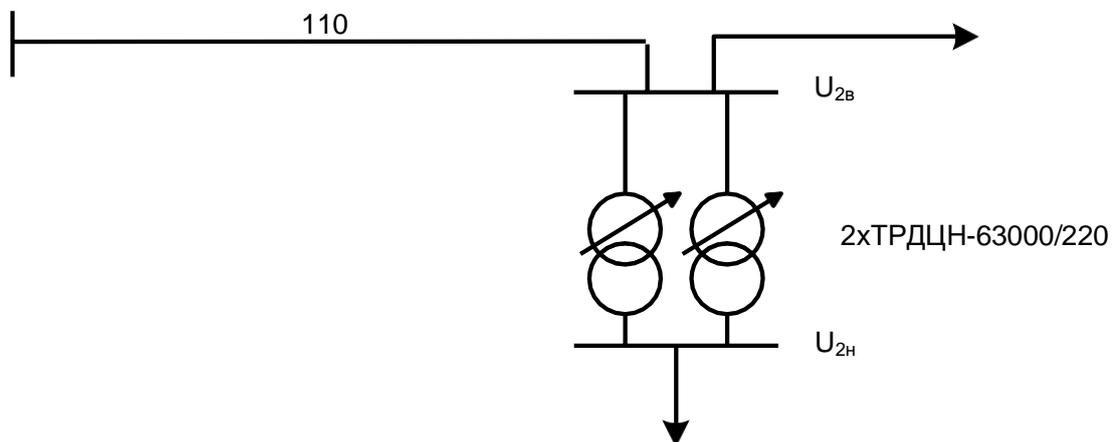
Задача № 7.

1. Проверить требование надежности схемы электроснабжения.

2. Выбрать регулировочное ответвление трансформаторов на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузки в МВА, длины в км, Омская область, стальные опоры, III - IV район по гололеду.

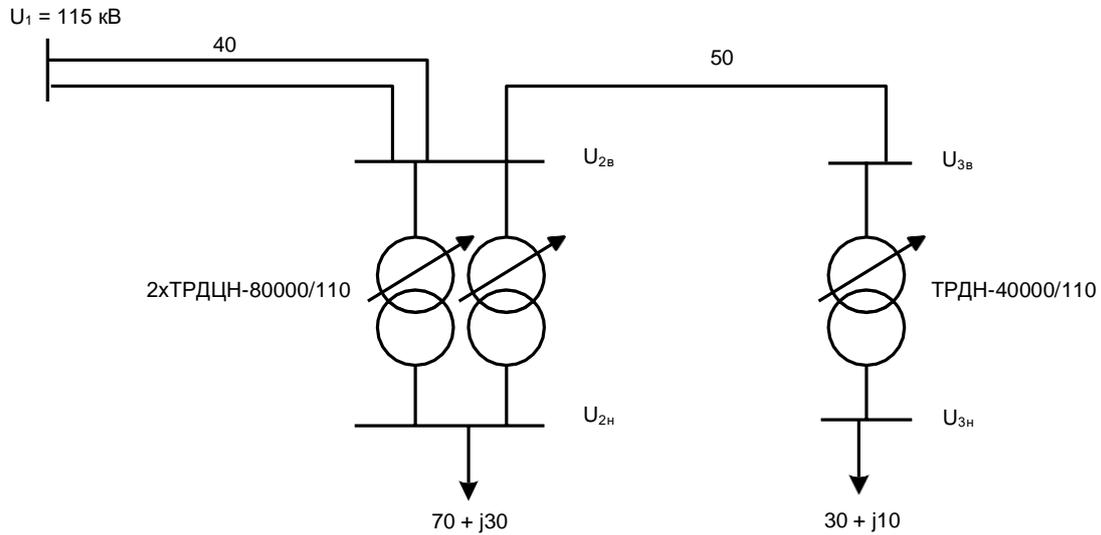
$U_1 = 231 \text{ кВ}$



Задача № 8.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$ (без учета потерь мощности).

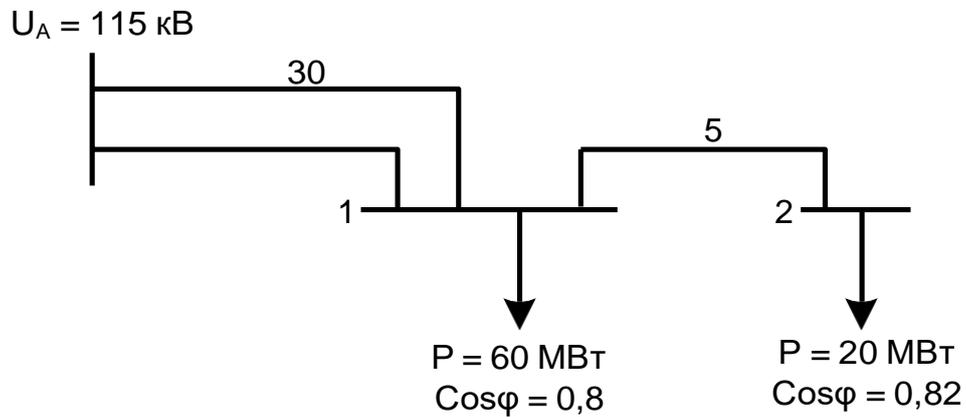
Нагрузки в МВА, длина в км, Камчатская область, IV район по гололеду, сталь.



Задача № 9.

Рассчитать рабочий режим линии в два этапа.

Красноярский край, стальные опоры, III – IV район по гололеду.



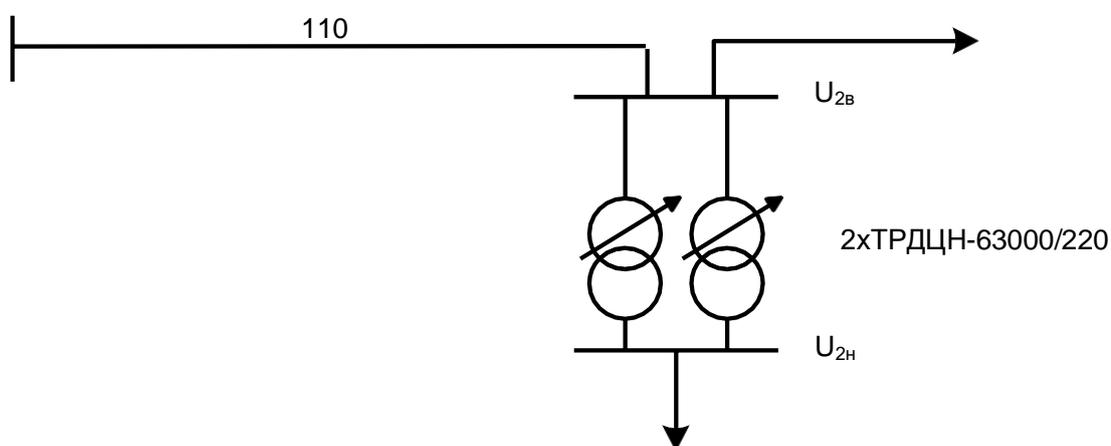
Задача № 10.

3. Проверить требование надежности схемы электроснабжения.

4. Выбрать регулировочное ответвление трансформаторов на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузки в МВА, длины в км, Омская область, стальные опоры, III - IV район по гололеду.

$$U_1 = 231 \text{ кВ}$$

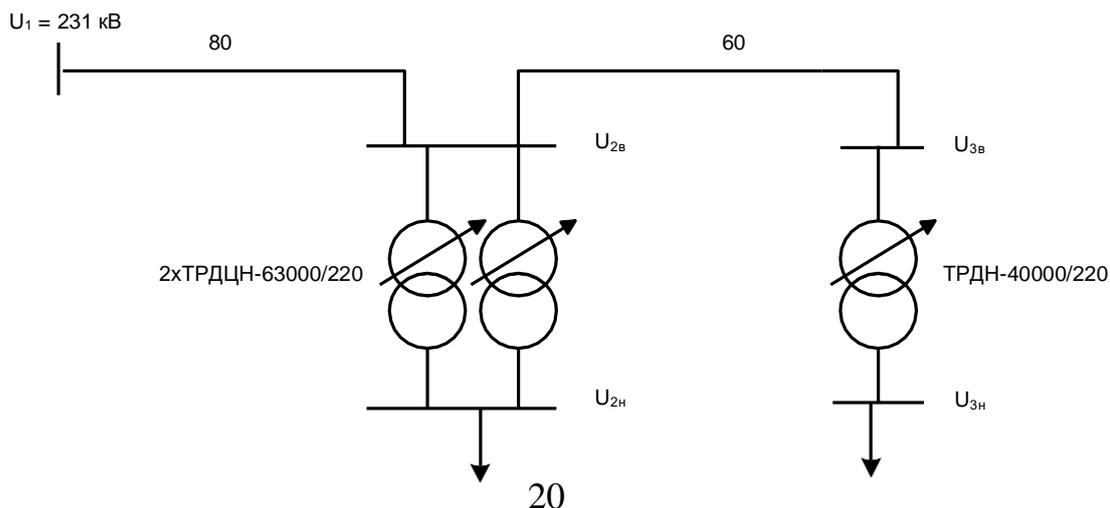


Задача № 15.

1. Проверить требование надежности схемы электроснабжения.

2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$. (без учета потерь мощности).

Нагрузки в МВА, длины в км, г. Уссурийск, ж/б опоры, I - II район по гололеду.



Примечание: Полный комплект задач хранится на кафедре Электроэнергетикии электротехники.

Критерии оценки контрольной работы:

✓ 10 баллов выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 8 баллов – выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено не более 1 ошибки при расчёте. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 6 баллов – выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено не более 2 ошибок при расчёте. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 5 баллов – выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено три или более трёх ошибок в схеме замещения и расчёта. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

Тесты для текущего контроля

Раздел 1 «Расчёт режима разомкнутой сети»

Вопрос 1. Назначение линий связи сверхвысокого напряжения. Найти

неправильный ответ.

1. Для перетоков активной мощности при ее дефиците в энергосистеме.
2. Для поддержания номинальной частоты в энергосистеме.
3. Для перетоков реактивной мощности при ее дефиците в энергосистеме.
4. Для повышения надежности электроснабжения электроприемников в энергосистеме.

Вопрос 2. Основные функции Бурейской ГЭС в ОЭС Дальнего Востока.

Найти неправильный ответ.

1. Участие в регулировании частоты и мощности энергосистемы.
2. Участие в покрытии пиковой части суточного графика нагрузки.
3. Аварийный резерв энергосистемы.
4. Покрытие дефицита реактивной мощности в энергосистеме.

Вопрос 3. Классификация электрических сетей по выполняемым функциям. Найти неправильный ответ.

1. Системообразующие, питающие, распределительные.
2. Сельские, городские, промышленные.
3. Питающие, распределительные, местные.
4. Распределительные, сельские, воздушные.

Вопрос 4.

Согласно ПУЭ все электроприемники по надежности разделяются на категории.

1. Первая, вторая.
2. Первая, вторая, третья.
3. Первая, вторая, третья, особая.
4. Первая, вторая, нулевая.

Вопрос 5. Элементы воздушной линии. Найти наиболее полный ответ.

1. Опоры, провода, изоляторы.
2. Опоры, провода, изоляторы, муфты.
3. Опоры, провода, изоляторы, арматура.
4. Опоры, провода, концевые заделки, изоляторы.

Вопрос 6. Элементы кабельной линии.

1. Кабель, стопорные и соединительные муфты, концевые заделки.
2. Кабель, зажимы, муфты.
3. Кабель, заземлитель, концевые заделки.
4. Кабель, грозозащитный трос, муфты.

Вопрос 7. Проводниковый материал проводов и кабелей.

1. Медь, алюминий, сплав алюминия, сталь.
2. Медь, цинк, свинец, алюминий.
3. Медь, алюминий, сплав цинка, сталь.

5. Медь, медь посеребренная, алюминий.

Вопрос 8. Параметры схемы замещения линии электропередачи 110 кВ.

1. R, x, b, g .
2. R, x .
3. R, x, Q_C .
4. R, x, g .

Вопрос 9. Параметры схемы замещения автотрансформатора. $R_B, X_B, R_H, X_H, P_K, I_X\%$.

1. $R_B, X_B, R_C, X_C, R_H, X_H, \Delta P_X, \Delta Q_X$.
2. $R_B, R_C, R_H, \Delta P_X, \Delta Q_X$.
3. $R_B, X_B, R_C, X_C, R_H, X_H, P_K, I_X\%$.

Вопрос 10. Что такое зарядная мощность воздушной линии электропередачи.

1. Потери реактивной мощности.
2. Мощность, генерируемая воздушной линией.
3. Потери на «корону».
4. Утечки через изоляцию.

Вопрос 11. От чего зависит R линии электропередачи.

1. Сечения проводника, напряжения и длины линии.
2. Материала проводника, тока, напряжения.
3. Сечения проводника, проводникового материала, длины линии.
4. Напряжения, проводникового материала, длины линии.

Вопрос 12. Что называется расчетной нагрузкой.

1. Нагрузка на низкой стороне подстанции.
2. Нагрузка на высокой стороне подстанции.
3. Наибольшая полная мощность за время 30 минут в конце расчетного периода.
4. Наибольшее значение мощности в суточном графике.

Вопрос 13. Что такое приведенная нагрузка.

1. Нагрузка потребителя на низкой стороне подстанции.
2. Нагрузка потребителя, приведенная к шинам высокого напряжения подстанции.
3. Нагрузка потребителей первой и второй категорий надежности.
4. Мощность трансформатора на подстанции.

Вопрос 14. Расчет режима электрической сети в два этапа.

1. От начала к концу схемы и от конца к началу – расчет напряжений в узлах.

2. От конца к началу – расчет потерь мощности, от начала к концу – расчет напряжений в узлах.
3. От начала к концу – расчет потерь мощности и падения напряжения.
4. От конца к началу – расчет потерь мощности и падения напряжения.

Вопрос 15. Методы регулирования напряжения у потребителя.

1. УПК, ПБВ, АВР.
2. РПН, УПК, АЧР.
3. УПК, РПН, поперечная компенсация.
4. УПК, РПН, АРВ.

Вопрос 16. Необходимость поддержания в энергосистеме баланса активной мощности.

1. Поддерживается номинальным напряжением.
2. Поддерживается номинальной реактивной мощностью.
3. Поддерживается номинальной частотой.
4. Поддерживается номинальной полной мощностью.

Вопрос 17. Необходимость поддержания в энергосистеме баланса реактивной мощности.

1. Поддерживается номинальной частотой.
2. Поддерживается номинальной активной мощностью.
3. Поддерживается номинальным напряжением.
4. Поддерживается номинальной полной мощностью.

Вопрос 18. Конструктивные особенности проводов марки АС.

1. Внешняя скрутка из алюминиевых проволок для протекания тока, а внутренняя – из стальных для механической прочности.
2. Внешняя скрутка из стальных проволок для протекания тока, а внутренняя – из алюминиевых для механической прочности.
3. Полый проводник.
4. Провод из сплава алюминия и стали.

Вопрос 19. Главное конструктивное отличие кабелей напряжением 10 кВ от кабелей напряжением 35 кВ.

1. На 35 кВ отсутствует герметичная оболочка.
2. На 35 кВ каждая фаза в своей герметичной оболочке.
3. На 10 кВ отсутствует броня.
4. На 35 кВ отсутствует броня.

Вопрос 20. Как снизить потери мощности на «корону» в воздушной линии электропередачи.

1. Увеличить диаметр провода.
2. Уменьшить диаметр провода.
3. Увеличить расстояния между фазами.
4. Уменьшить расстояния между фазами.

Вопрос 21. От чего зависят потери мощности в линии.

1. От напряжения и длины передачи.
2. От передаваемой мощности, длины линии, напряжения передачи.
3. От протекающей мощности, параметров схемы замещения ВЛ, напряжения передачи.
4. От протекающей мощности, активного сопротивления линии, напряжения передачи.

Вопрос 22. От чего зависят потери мощности в трансформаторе.

1. От номинальной мощности трансформатора, параметров схемы замещения трансформатора.
2. От мощности потребителя, параметров схемы замещения трансформатора и напряжения обмотки высокого напряжения.
3. От номинальной мощности трансформатора, параметров схемы замещения трансформатора, напряжения высокой обмотки
4. От мощности потребителя, параметров схемы замещения трансформатора.

Вопрос 23. В чем состоит различие между падением и потерей напряжения.

1. Потери напряжения – в линиях, а падение напряжения – в трансформаторах.
2. В первом случае - векторная разница между напряжением начала и конца линии, а во втором – скалярная.
3. Потери напряжения – в продольной части ВЛ, падение – в поперечной.
4. Потери напряжения – в поперечной части схемы замещения ВЛ, а падение – в продольной.

Вопрос 24. Как рассчитать напряжение на стороне НН подстанции.

1. Сначала U_H^B , затем $U_{НН}$.
2. Сначала U_B, U^B , затем $U_{НН}$.

н

3. Через коэффициент трансформации.
4. Разделить U_B на коэффициент трансформации.

Вопрос 25. Какие допущения применяют при расчете распределительных сетей $U_H \leq 35$ кВ.

1. Не учитываются X_L и Q_C .
2. Не учитывают Q_C , ΔS_X , δU .
3. Не учитывают Q_C , δU .
4. Не учитывают B_L , X_L , ΔS_X .

Вопрос 26. Что понимается под резервом активной мощности энергосистемы.

1. Установка дополнительных генераторов.
2. Наличие «холодного» и «горячего» резерва.
3. Компенсация реактивной мощности.
4. Продольная компенсация.

Вопрос 27. Активную мощность в основном потребляют:

1. Электроприемники жилого сектора.
2. Воздушные линии, трансформаторы.
3. Генераторы, батареи конденсаторов.
4. Синхронные двигатели, батареи конденсаторов.

Вопрос 28. Реактивную мощность в основном потребляют:

1. Генераторы, синхронные компенсаторы.
2. Батареи конденсаторов, лампы накаливания.
3. Воздушные линии, трансформаторы, асинхронные двигатели.
4. Асинхронные и синхронные двигатели

Вопрос 29. Источники реактивной мощности.

1. Трансформаторы, воздушные линии.
2. Генераторы, синхронные двигатели, батарея конденсаторов.
3. Генераторы, асинхронные двигатели, батарея конденсаторов.
4. Генераторы, трансформаторы, асинхронные двигатели.

Вопрос 30. В каком документе нормируются показатели качества электроэнергии.

1. ПУЭ, 7-ое издание.
2. ВСН 59-88
3. ГОСТ – 32144-2013
4. ГОСТ- 13109-97

Примечание: Полный комплект тестов хранится на кафедре электроэнергетики и электротехники.

Тесты для текущего контроля

Раздел 2 «Встречное регулирование», «Технико-экономические расчеты в энергетике»

Билет 1

Составляющие капитальных вложений на 1 км воздушной линии.

1. Проектирование, провода, опоры, изоляторы, сцепная арматура, приобретение, транспортировка и монтаж оборудования.
2. Проектирование, подъездные дороги, монтаж оборудования, кабели.
3. Провода, опоры, сцепная арматура.
4. Вырубка просеки, подъездные дороги, муфты.

Билет 2

Составляющие эксплуатационных затрат на эксплуатацию электрических сетей.

5. На амортизацию, ремонт, заработную плату персонала, компенсацию потерь электроэнергии.
6. На амортизацию и ремонт подстанций, заработную плату персонала.
7. На эксплуатацию воздушной линии и подстанций, заработную плату персонала.
8. На эксплуатацию воздушной линии.

Билет 3

Что такое приведенные затраты.

5. $Z = K + p_n I$
6. $Z = K + I$
7. $Z = p_n K + I$
8. $Z = p_n (K + I)$

Билет 4

От каких факторов зависит $j_{ЭК}$.

5. T_M, R, U .
6. $T_M, p_n, \alpha_{Э}, R$.

7. T_M, α_{Σ}, R .

8. $B, \tau_M, \alpha_{\Sigma}, p_H, C_0$.

Билет 5.

Чем определяется выбор экономического напряжения.

5. Длиной передачи, районом по гололеду.

6. Длиной передачи и передаваемой активной мощности.

7. Длиной передачи и передаваемой полной мощности.

8. Длиной передачи и передаваемой реактивной мощности.

Билет 6.

Схемы соединения сетей для электроприемников 1 и 2 категорий. Найти неверный ответ.

5. Замкнутые.

6. Разомкнутые резервированные.

7. Сложнозамкнутые.

8. Разомкнутые нерезервированные.

Билет 7

Что понимают под термином «технические» потери электроэнергии.

5. Потери электроэнергии в результате хищений.

6. Потери электроэнергии, рассчитанные с учетом параметров схемы замещения элементов сети.

7. Потери электроэнергии в асинхронных двигателях.

8. Зарядная мощность линии.

Билет 8

От чего зависят потери на «корону».

1. От климатических условий.

2. От климатических условий, напряжения, сечения провода.

3. Сечения провода, напряжения.

4. Длины линии и напряжения.

Билет 9

Что даёт расщепление проводов.

1. Увеличение сечения проводника, уменьшение активного сопротивления линии.

2. Снижение массы проводника, снижение индуктивного сопротивления

линии.

3. Увеличение напряжения, увеличение пропускной способности линии.
4. Увеличение напряжения, снижение пропускной способности линии.

Билет 10

Какие кабели можно прокладывать в земле.

1. АВВГ, АСБ.
2. АВВБ, ААБ, ААШВ.
3. ААБ, АВВГ.
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 11

Какие кабели можно прокладывать при перепаде высот более 20 метров.

1. ААБ, АВВБ.
2. АПВВ_{2г}, ЦААБ, АСБ-В.
3. АВВБ, ААБ, ААШВ
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 12

Какие кабели можно прокладывать при перепаде высот более 20 метров.

1. ЦААБ, АВВБ, АСБ.
2. АПВВ_{2г}, ЦААБ, АСБ-В.
3. АВВБ, ААБ, ААШВ, АСБ-В.
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 13

Элементы кабельной линии.

1. Кабель, соединительные муфты, стопорные муфты, зажимы.
2. Кабель, соединительные муфты, зажимы, концевые муфты.
3. Кабель, соединительные муфты, стопорные муфты, концевые заделки.
4. Кабель, концевые муфты, стопорные муфты, зажимы.

Билет 14

Покровы по токоведущей жиле в кабеле.

1. Фазная изоляция, герметичная оболочка, броня, защитный покров.
2. Защитный покров, фазная изоляция, герметичная оболочка, броня.
3. Фазная изоляция, герметичная оболочка, броня, защитный покров.
4. Герметичная оболочка, фазная изоляция, броня, защитный покров.

Билет 15

Изоляционный материал в кабелях.

1. Бумага, масло, церезин, бакелит.
2. Бумага, масло, поливинилхлорид, церезин, бакелит.
3. Бумага, масло, поливинилхлорид, резина, сшитый полиэтилен.
4. Бумага, масло, церезин, бакелит, сшитый полиэтилен.

Билет 16

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 1 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 17

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 2 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 18

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 3 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 19

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 0 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 20

Сколько кабелей максимально можно проложить в одной траншее.

1. Один.
2. Два
3. Четыре.
4. Шесть.

Билет 21

Что такое τ_M .

1. Время максимальной нагрузки.
2. Время использования максимальной нагрузки.
3. Время максимальных потерь.
4. Время эксплуатации ВЛ.

Билет 22

Что такое T_M .

1. Время максимальной нагрузки.
2. Время использования максимальной нагрузки.
3. Время максимальных потерь.
4. Время эксплуатации ВЛ.

Билет 23

Что такое приведенные затраты.

1. Приведённые к одному месяцу.
2. Приведённые к одному году.
3. Приведённые к десяти годам.
4. Приведённые к пяти годам.

Билет 24

Чему равен нормативный коэффициент экономической эффективности в приведённых затратах.

1. 0,1
2. 0,12
3. 0,15
4. 0,17

Билет 25

Формула потерь электроэнергии а трансформаторе.

1. $\Delta W = \Delta P_H * 8760$
2. $\Delta W = \Delta P_H * \tau_M + \Delta P_X * 8760$
3. $\Delta W = \Delta P_X * 8760$
4. $\Delta W = (\Delta P_H + \Delta P_X) * 8760$

Билет 26

Методы регулирования напряжения на низкой стороне подстанции.

1. Продольная компенсация, компенсация зарядной мощности.
2. Поперечная компенсация, компенсация нагрузки.
3. Продольная компенсация, поперечная компенсация, встречное регулирование.

Билет 27.

Какие устройства применяются для регулирования напряжения на низкой стороне подстанции.

1. Синхронный двигатель, асинхронный двигатель.
2. Синхронный компенсатор, РПН, ПБВ.
3. Асинхронный двигатель, РПН, ПБВ.

Билет 28

На какой стороне трансформатора установлен РПН.

1. На высокой стороне трансформатора.
2. На низкой стороне трансформатора.
3. На высокой и низкой стороне трансформатора.

Примечание: Полный комплект тестов хранится на кафедре Электроэнергетики и электротехники.

Критерии оценки

промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам электрических сетей в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Электроэнергетические системы и сети»:

1. Конструкции кабельных и воздушных линий.
2. Схемы замещений воздушных линий и трансформаторов и их параметры.
3. Расчёт режимов разомкнутых электрических сетей.
4. Расчёт режимов замкнутых электрических сетей.

5. Методы регулирования напряжения.
6. Встречное регулирование.
7. Техничко-экономические расчёты в электрических сетях.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по четыре ответа, один из которых может быть правильным или, наоборот, три вопроса могут быть верными и только один неправильный.

Условия применения. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент получает 8 вопросов (билетов). Два билета содержат небольшое расчётное задание, ответ на которое необходимо подтвердить соответствующими расчётами. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. Остальные 6 билетов требуют выбора правильного ответа, который оценивается в 1 балл. В итоге студент может набрать 10 баллов. Билеты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим билетам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 20-25 минут.

