

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Аникуев Сергей Викторович

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

Б1.В.03 Электроэнергетические системы и сети

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства и их
объектов

бакалавр

очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	знает Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
		умеет Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
		владеет навыками Анализ частного технического задания на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.2 Подготовка к выпуску проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства	знает Правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства
		умеет Выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
		владеет навыками Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	знает Требования нормативных технических документов к устройству системы электроснабжения объекта капитального строительства
		умеет Разработать схему электроснабжения с учетом выбранных проектных решений
		владеет навыками Разработка вариантов структурных схем системы электроснабжения объекта капитального строительства и выбор оптимальной структурной схемы
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части	ПК-2.4 Разработка проектной и	знает Типовые проектные решения системы электроснабжения объектов капитального строительства

проекта системы электроснабжения объектов	ПД	рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	умеет Применять правила разработки проектов системы электроснабжения объектов капитального строительства, процедуры и методики системы менеджмента качества, стандартов организации, правила автоматизированной системы управления организацией для сдачи заказчику проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства
			владеет навыками Выбор оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства
ПК-3 Способен проводить инженерно-техническое сопровождение деятельности технического обслуживанию ремонту объектов ПД	по и	ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	знает Правила эксплуатации и организации ремонта электрических сетей
			умеет Самостоятельно поддерживать и повышать уровень профессиональной квалификации
			владеет навыками Изучение и анализ информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Раздел 1 Термины и определения			
1.1.	Общие понятия об электроэнергетических системах и сетях	5	ПК-2.1	Устный опрос, Задачи
2.	2 раздел. Раздел 2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы			
2.1.	Схемы замещения линий электропередачи	5	ПК-2.1	Устный опрос, Задачи
2.2.	Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	5	ПК-2.2	Устный опрос, Задачи
2.3.	Представление нагрузок, генераторов при расчетах установившихся режимов	5	ПК-2.2	Устный опрос, Задачи
3.	3 раздел. Раздел 3 Расчет режимов линий электропередачи, разомкнутых и простых замкнутых сетей с применением простейших вычислительных средств			
3.1.	Расчет режимов разомкнутых сетей	5	ПК-2.3	Устный опрос, Задачи
3.2.	Падение и потеря напряжения в линии	5	ПК-2.3	Устный опрос, Задачи
3.3.	Расчет сети с разными номинальными напряжениями	5	ПК-2.3	Устный опрос, Задачи
3.4.	Расчет простых замкнутых сетей	5	ПК-2.3	Устный опрос, Задачи
	Промежуточная аттестация			За

4.	4 раздел. Раздел 4. Проектирование электрических сетей			
4.1.	Технико-экономические показатели	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
4.2.	Технико-экономическое сравнение вариантов сети	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
4.3.	Выбор схем сетей с учетом надежности	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
5.	5 раздел. Раздел 5. Выбор основных технических решений			
5.1.	Выбор основных технических решений	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
5.2.	Методы выбора сечений ЛЭП	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
5.3.	Выбор проводов и кабелей распределительных сетей	6	ПК-2.4	Устный опрос, Задачи
6.	6 раздел. Раздел 6. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей			
6.1.	Линейные уравнения узловых напряжений	6	ПК-3.1	Устный опрос, Задачи
6.2.	Нелинейные УУН и методы их решения	6	ПК-3.1	Устный опрос, Задачи
7.	7 раздел. Раздел 7. Потери электроэнергии в электрических сетях			
7.1.	Классификация, методы расчета, мероприятия по снижению потерь энергии в сетях	6	ПК-3.1	Устный опрос, Задачи
8.	8 раздел. Курсовой проект			
8.1.	Проектирование районной электрической сети	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-3.1	Проект
9.	9 раздел. Экзамен			
9.1.	Экзамен	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-3.1	
	Промежуточная аттестация			Эк

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
	Для оценки знаний		

1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
	Для оценки умений		
	Для оценки навыков		
2	Проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных проектов
	Промежуточная аттестация		

3	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой с выставлением оценки в виде «зачтено», «незачтено».	Перечень вопросов к зачету
4	Курсовые работы (проектов)	Вид самостоятельной письменной работы, направленный на творческое освоение общепрофессиональных и профильных профессиональных дисциплин (модулей) и выработку соответствующих профессиональных компетенций. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы.	Перечень тем курсовых работ (проектов)
5	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Электроэнергетические системы и сети"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

*Примерные оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)
по итогам освоения дисциплины (модуля)*

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки №1(по разделам 1-2)

Дать определение понятия:

- электростанция;
- подстанция;
- центр, источник электропитания;
- распределительное устройство;
- линия электропередачи;
- потребитель ЭЭ, электроприемник (ЭП);
- электрическая сеть;
- электроэнергетическая (электрическая) система (ЭЭС);
- энергетическая система (энергосистема).

Привести классификация электрических сетей:

- по роду тока;
- номинальному напряжению;
- выполняемым функциям;
- характеру потребителя;
- конфигурации схемы сети.

Система обозначений

- соотношения между линейным и фазным напряжением;
- полная, активная и реактивная мощность
- ток в узле;
- потери мощности в линии.

Определение схемы замещения элемента электрической сети.

Схемы замещения воздушных и кабельных линий;

Определение параметров схем замещения.

Особенности определения параметров схем замещения линий с расщепленными проводами.

Схемы замещения двух трансформаторов;

Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов;

Определение параметров схем замещения трансформаторов по паспортным и каталожным данным

Особенности режимов работы автотрансформаторов, их схемы замещения.

Потери мощности в трансформаторах.

Общая характеристика изменения нагрузок во времени и от параметров режима.

Графики электрических нагрузок и их характеристики.

Статические характеристики электрических нагрузок.

Обобщенные характеристики комплексных нагрузок по напряжению и частоте.

Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

Расчетные нагрузки подстанций.

2) Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки №1 (по разделам 1-

Задание 1

Определить удельные параметры воздушной и кабельной линий электропередачи напряжением 10 кВ, а также параметры схемы замещения этих линий при их длине 4 км. Воздушная линия выполнена проводами АС-50/8 при среднегеометрическом расстоянии между ними 2,5 м, кабельная линия – кабелем ААБ 3×50 при среднегеометрическом расстоянии между жилами кабеля 1,5 см. Максимальная мощность, передаваемая по воздушной линии, составляет 1000 кВА, по кабельной – 1600 кВА.

Задание 2

Определить удельные параметры одноцепной воздушной линии 110 кВ с проводами марки АС 95/16, расположенными на П-образных деревянных опорах с расстоянием между проводами 4,3 м, и вычислить параметры схемы замещения двухцепной линии длиной 100 км.

Вопросы к практическому занятию:

Какие схемы замещения применяются для воздушных и кабельных линий?

Как изменяется индуктивное сопротивление линии при увеличении расстояния между проводами и уменьшении радиуса проводов?

Как снизить потери мощности на корону в линии электропередачи?

Задание 3

Определить параметры схемы замещения двухобмоточного трансформатора типа ТМ-40/6, приведенные к номинальным напряжениям первичной и вторичной обмоток.

Задание 4

Определить приведенные к стороне высшего напряжения параметры схемы замещения двух параллельно включенных трансформаторов ТДН-16000/110.

Задание 5

Определить параметры схемы замещения трехобмоточного трансформатора типа ТДНТ-10000/110, приведенные к стороне высшего напряжения.

Вопросы к задачам:

Какие схемы замещения применяются для трансформаторов и автотрансформаторов?

Как изменяются сопротивления трансформаторов и потери мощности в них с ростом номинального напряжения?

Как вычисляются потери мощности в трансформаторах?

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки №2 (по разделу 3)

Задачи расчетов режимов линий электропередачи (ЛЭП) и электрических сетей.

Векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП.

Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети.

Электрический расчет ЛЭП по току нагрузки.

Электрический расчет ЛЭП мощности нагрузки по данным конца.

Электрический расчет ЛЭП мощности нагрузки по данным начала.

Анализ режимов работы линии с помощью векторных диаграмм.

Потери мощности в линиях и трансформаторах.

Расчет разомкнутой сети по мощностям и токам нагрузок.

Метод последовательных приближений (расчет в два этапа).

Расчет ЛЭП с учетом трансформаторов.

Совместный расчет сетей нескольких номинальных напряжений.

Расчет распределительных электрических сетей.

Расчеты простых замкнутых сетей и линий с двухсторонним питанием.

Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки №2 (по разделу 3)

Задание 6

Нагрузка $S_2 = 11 + j10$ МВА питается от шин электростанции по одноцепной линии 110 кВ длиной 80 км. Схема замещения линии показана на рисунке 1, ее параметры $r_{12} = 24,48$ Ом, $x_{12} = 34,72$ Ом, $b_{12} = 208,8$ мкСм. Напряжение на шинах электростанции $U_1 = 109$ кВ.

Определить мощность S_1 , вырабатываемую электростанцией, и напряжение в конце линии U_2 . Расчет проведем в два этапа.

Рисунок 1 – схема замещения линии для расчета при заданной мощности нагрузки

Задание 7

Определить падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 6, по известным мощности нагрузки $S_2 = 11 + j10$ МВА и напряжению в конце линии $U_2 = 103,48 - j1,54$ кВ.

Задание 8

Определить падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 6, по известным мощности в начале линии $S_{н12}=11,40+j9,30$ МВА и напряжению в начале линии $U_1 = 109$ кВ.

Вопросы к практическому занятию:

В чем состоит различие между падением и потерей напряжения? Проиллюстрируйте это различие с помощью векторной диаграммы напряжений.

Чем различаются продольная и поперечная составляющие падения напряжения и как они выражаются через потоки мощности в линии?

Как рассчитать в два этапа режим линии из двух участков при заданном напряжении в начале первого участка?

Задание 9

Определить расчетные нагрузки подстанций, 2, 3, 4 (рисунок 2). Активные мощности нагрузок $P_{2н}=22$ МВт, $P_{3н}=17$ МВт, $P_{4н}=30$ МВт, коэффициенты мощности всех нагрузок $\cos \varphi = 0,86$. Длины участков и марки использованных проводов 110 кВ указаны на рисунке 4.2, а. На подстанциях 2–4 установлены по два трансформатора следующих типов: подстанция 2–ТРДН-25000/110; подстанция 3–ТДН-16000/110, подстанция 4–ТРДН-40000/110.

Рисунок 2 – Расчет режима разомкнутой питающей сети:

а – схема сети из трех линий; б – схема замещения сети из трех линий

Вопросы к задачам:

Для чего в схему сети вводят расчетные нагрузки?

Как определить расчетные нагрузки подстанций?

Какие данные о нагрузке и сети необходимы для определения расчетных нагрузок?

Задание 10

Рассчитать рабочие режимы линий питающей сети, схема которой изображена на рисунке 2, а. Мощности нагрузок на стороне ВН трансформаторов

$S_2 = 22,117+j14,787$ МВА; $S_3 = 17,103+j11,592$ МВА; $S_4 = 30,136+j19,917$ МВА.

Длины линий и марки использованных проводов указаны на схеме (рисунок 5.2, а). Напряжение в ЦП поддерживается равным 117,7 кВ.

Вопросы к практическому занятию:

Каковы допущения при расчете сети в 2 этапа?

На какие параметры режима сети оказывают наибольшее влияние принимаемые допущения?

Возможно ли провести расчет в 2 этапа без определения расчетных нагрузок?

Задание 11

Кольцевая сеть (рисунок 3, а) напряжением 110 кВ связывает электростанцию 1 с понижающими подстанциями 2, 3, имеющими расчетные нагрузки $S_2=28+j23$ МВА и $S_3=39,2+j32,89$ МВА. Марки проводов, длины линий указаны на рисунке. Сопротивления их равны: $Z_{12}=3,6+j12,15$ Ом; $Z_{23}=5+j6$ Ом; $Z_{13}=8,1+j20,65$ Ом. Напряжение на шинах электростанции равно 113 кВ. Определить мощность, которая поступает с шин электростанции. Расчет провести без учета потерь мощности.

Рисунок 3 – Распределение потоков мощности в линии с двухсторонним питанием:

а – схема кольцевой сети 110 кВ; б – схема замещения линии с четырьмя узлами.

Вопросы к задачам:

Как определить точку потокораздела в простой замкнутой сети?

Возможно ли провести расчет замкнутой сети без определения расчетных нагрузок?

Всегда ли точки потокораздела активной и реактивной мощности совпадают в однородной

сети?

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки №3 (по разделам 4-5)

Общие сведения о проектировании электрических сетей.

Состав задач проектирования и элементы САПР электрических систем и сетей.

Учет многокритериальности при проектировании электрических систем, основные критерии.

Капиталовложения в элементы энергосистем.

Расходы по эксплуатации электрической сети.

Себестоимость производства, передачи, а также потерь электроэнергии.

Основные принципы технико-экономических расчетов при проектировании электрических систем.

Приведенные затраты.

Срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход.

Учет разновременности затрат.

Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним.

Надежность схем.

Повреждаемость элементов электрических сетей.

Расчеты надежности.

Ущерб от аварийных нарушений электроснабжения: системный ущерб и ущерб потребителей.

Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности.

Методы прогнозирования нагрузок энергосистем.

Выбор номинального напряжения сети.

Методы выбора сечений ЛЭП

Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока.

Выбор сечений проводов с помощью экономических интервалов тока и мощности

Выбор проводов и кабелей распределительных сетей

Выбор сечений проводов и жил кабелей распределительных сетей по допустимым потерям и отклонениям напряжения.

Длительно допустимые нагрузки на провода и кабели по условиям их нагрева.

Проверка сечения по условиям допустимого нагрева.

Плавкие предохранители.

Расстановка и выбор плавких предохранителей в электрических сетях.

Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки №3 (по разделам 4-5)

Задание 1

На рисунке 4 показана схема географического расположения источника питания района и пунктов потребления электроэнергии. Нагрузки подстанций равны: $P_2=36$ МВт, $P_3=39$ МВт, $P_4=22$ МВт, $P_5=17$ МВт, $P_6=41$ МВт. Определить мощности нагрузок, рассчитать баланс активной мощности в сети и расставить компенсирующие устройства на шинах 10 кВ понижающих подстанций.

Рисунок 4 – Схема географического расположения

Вопросы к заданию 1:

Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты?

Каково назначение батарей конденсаторов и синхронных компенсаторов в электрических сетях?

Каковы критерии расстановки КУ?

Задание 2

Определить потокораспределение активной мощности и номинальное напряжение линий для

схемы варианта 1 рисунок 5.

Рисунок 5 – Варианты схемы сети

Задание 3

Определить потокораспределение активной мощности и номинальное напряжение линий для схемы варианта 2 рисунок 5.

Вопросы к заданию 2, 3:

От каких факторов зависит экономически целесообразное номинальное напряжение проектируемой сети?

Каковы преимущества и недостатки применения более высокого номинального напряжения?

Каковы недостатки применения более высокого номинального напряжения?

Задание 4

Оценить баланс реактивной мощности для сети вариант 1 и определить потокораспределение реактивной мощности. Коэффициент мощности системы, в которую входит проектируемая сеть, равен $\cos \varphi_{\Sigma}=0,9$.

Задание 5

Оценить баланс реактивной мощности для сети вариант 2 и определить потокораспределение реактивной мощности. Коэффициент мощности системы, в которую входит проектируемая сеть, равен $\cos \varphi_{\Sigma}=0,9$.

Вопросы к заданиям 4, 5:

Какова связь между балансом реактивной мощности и регулированием напряжения?

При каком условии в линиях 110 кВ допускается принимать равными величины потерь и генерации реактивной мощности?

В электрических сетях двух номинальных напряжений (например, 220/110 кВ) следует в первую очередь устанавливать компенсирующие устройства на шинах 10 кВ подстанций сети более низкого номинального напряжения (110 кВ) или более высокого (220 кВ)?

Задание 6

Выбрать экономически целесообразные сечения проводов для схемы варианта 1, принимая для всех подстанций одно и то же время наибольшей нагрузки $T_{нб}=3800$ ч. Действительные мощности нагрузок подстанций принять по результатам выполнения задания 4.

Задание 7

Выбрать экономически целесообразные сечения проводов для схемы варианта 2, принимая для всех подстанций одно и то же время наибольшей нагрузки $T_{нб}=3800$ ч. Действительные мощности нагрузок подстанций принять по результатам выполнения задания 5.

Задание 8

Произвести проверку выбранных сечений в задании 6: по условию длительно допустимого нагрева; по допустимым потерям напряжения. Район проектирования сети Северный Кавказ.

Задание 9

Произвести проверку выбранных сечений в задании 7: по условию длительно допустимого нагрева; по допустимым потерям напряжения. Район проектирования сети Северный Кавказ.

Вопросы к заданиям 6-9:

От каких факторов зависит расчетная токовая нагрузка?

В чем сущность метода экономической плотности тока для определения сечений проводов?

Каковы условия проверки выбранных проводов?

Чем обусловлена допустимая температура для кабелей и проводов?

Какие режимы работы проводов должны проверяться по допустимому току?

Задание 10

Выбрать силовые трансформаторы для проектируемой сети вариант 1 и вариант 2. Определение потерь мощности в нормальном режиме наибольших нагрузок для вариантов 1 и 2. В состав потребителей всех подстанций входят потребители I категория.

Вопросы к заданию 10:

Чем определяется выбор числа трансформаторов на подстанции?

Что такое перегрузочная способность трансформаторов?

От каких параметров работы трансформатора зависит его перегрузочная способность?

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки №3 (по разделам 6-7)

Линейные уравнения узловых напряжений.

Линейные уравнения узловых напряжений (УУН) в матричной форме.

Методы решения линейных УУН.

Точные методы решения линейных УУН.

Итерационные методы решения линейных УУН.

Методы решения нелинейных УУН.

Применение точных методов для решения нелинейных УУН.

Итерационные методы решения нелинейных УУН.

Метод Ньютона

Преобразование сети и исключение узлов.

Расчеты однородных сетей.

Учет слабой заполненности матриц.

Методы эквивалентирования сети.

Классификация потерь энергии в сетях.

Методы расчета нагрузочных потерь энергии.

Определение потерь по графикам нагрузок и времени наибольших потерь.

Метод средних нагрузок.

7) Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки №3 (по разделам 6-

Задание 1

Определение и расчет параметров схемы замещения сложноразветвленной электрической сети

Задание 2

Подготовка исходных данных для расчета режимов сложноразветвленной электрической сети на ЭВМ с использованием промышленного программного комплекса RastrWin.

Задание 3

Выполнение расчетов на ЭВМ с использованием промышленного программного комплекса RastrWin для максимального, минимального и послеаварийного режимов.

Задание 4

Произвести выбор регулировочных ответвлений на трансформаторах понижающих подстанций на основании расчетов по программе RastrWin для максимального, минимального и послеаварийного режимов.

Вопросы для подготовки к экзамену в 6 семестре:

1. Капиталовложения в элементы энергосистем

2. Расходы по эксплуатации электрической сети

3. Технико-экономическое сравнение вариантов сети
4. Категории надежности электроснабжения потребителей
5. Технико-экономическое сравнение вариантов сети с учетом ущерба
6. Методы прогнозирования нагрузок энергосистем
7. Выбор номинального напряжения сети
8. Чистый дисконтированный доход
9. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока
10. Выбор сечений проводов по экономическим интервалам
11. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии равенства сечения на всех участках линии
12. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии минимума суммарных потерь активной мощности
13. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии минимума расхода проводникового материала
14. Температура, допустимая по нагреву проводов и кабелей
15. Ток, допустимый по нагреву проводов и кабелей
16. Проверка сечений по условиям нагрева
17. Аппараты, защищающие сеть от перегрева
18. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева
19. Линейные уравнения узловых напряжений
20. Метод Гаусса решения линейных уравнений узловых напряжений
21. Применение обратной матрицы для решения линейных уравнений узловых напряжений.
22. Метод простой итерации решения линейных уравнений узловых напряжений
23. Метод Зейделя решения линейных уравнений узловых напряжений
24. Нелинейные уравнения узловых напряжений
25. Метод Гаусса решения нелинейных уравнений узловых напряжений
26. Применение обратной матрицы для решения нелинейных уравнений узловых напряжений.
27. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений узловых напряжений
28. Метод Зейделя решения нелинейных уравнений узловых напряжений
29. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений узловых напряжений
30. Упрощение схем замещения сетей путем замены нескольких линий одной
31. Упрощение схем замещения сетей путем переноса нагрузки
32. Преобразования треугольника в звезду и обратно
33. Учет слабой заполненности матриц
34. Классификация потерь энергии
35. Расчет потерь электроэнергии по графику нагрузки
36. Расчет потерь электроэнергии по времени наибольших потерь
37. Расчет потерь электроэнергии методом $\tau P \tau Q$
38. Расчет потерь электроэнергии методом двух τ
39. Расчет потерь электроэнергии методом средних нагрузок
40. Расчет потерь электроэнергии методом характерных режимов
41. Условно-постоянные потери в трансформаторах, ЛЭП и оборудовании
42. Мероприятия по снижению технических потерь энергии

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)