

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



09 2020 г.

## **Рабочая программа**

дисциплины

**«Электроэнергетические сети и системы»**

**Направление подготовки**

13.06.01 Электро- и теплотехника

**Направленность (профиль)**

**«Электротехнические комплексы и системы»**

**Квалификация**

Исследователь. Преподаватель – исследователь.

Грозный – 2020 г.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цели дисциплины** «Электроэнергетические сети и системы» призваны углубленно изучить аспирантом теорию и технологию процессов систем электроэнергетики, закономерностей протекания этих процессов; определять методологические подходы научного исследования по выбранной специальности.

Изучить основные понятия нечеткой логики, основные логические операции с нечеткими высказываниями, правила нечетких продукций.

**Задачи дисциплины** «Электроэнергетические сети и системы»:

- усвоение знаний по теории и технологии электроэнергетических сетей и систем;
- ознакомление с промышленными технологическими процессами электроэнергетических сетей и систем, конструкцией основных агрегатов технологических установок, их эксплуатации и технико-экономической оценки;
- выработка умения активного использования полученных знаний по теории и технологии процессов электроэнергетических сетей и систем в научных исследованиях в процессе подготовки кандидатской диссертации;
- выработка стиля научного мышления, соответствующего современным достижениям в теории и методологии технических наук.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Электроэнергетические сети и системы» относится к вариативной части цикла дисциплин аспирантуры. Рабочая программа разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом, определяющим параметры образовательной программы.

В свою очередь, данная дисциплина, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для педагогической практики и при подготовке по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника.

## **3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины**

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

**универсальными компетенциями**:

- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

**профессиональными компетенциями**:

- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-3).

## В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### Знать:

- принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей.

### Уметь:

- определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей;

- выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях;

- рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети.

### Владеть:

- навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов		Семестры		
			3	3	
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	
<b>Контактная работа (всего)</b>	40/1,1	20/0,5	40/1,1	20/0,5	
<b>В том числе:</b>					
Лекции	20/0,5	10/0,27	20/0,5	10/0,27	
Практические занятия	20/0,5	10/0,27	20/0,5	10/0,27	
Семинары					
Самостоятельная работа	32/0,9	52/1,44	32/0,9	52/1,44	
<b>В том числе:</b>					
<i>доклады</i>	10/0,27	18/0,5	10/0,27	18/0,5	
<i>подготовка сообщения</i>	6/0,16	8/0,22	6/0,16	8/0,22	
Подготовка к практическим занятиям	6/0,16	8/0,22	6/0,16	8/0,22	
Подготовка к зачету	10/0,27	18/0,5	10/0,27	18/0,5	
Вид отчетности	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет	
Общая трудоемкость дисциплины	Всего в ч.	72	72	72	72
	Всего в з/е	2	2	2	2

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. часы		Практ. зан. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Энергетическая система и ее структура	4	2	2	4	8	6
2	Режимы нейтралей ЭЭС. ЭЭС напряжением до 1000В			2			
3	Моделирование протяженных линий	4	2	4	2	10	4
4	Годовые графики нагрузок и их характеристики			2			
5	Общая характеристика задачи расчета и анализа установившихся режимов ЭЭС	4	2	4	2	14	6
6	Способы уменьшения потерь эл энергии в линиях	4	2	2			
7	Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС	4	2	2	2	8	4
8	Основы технико-экономических расчётов электрических систем и сетей			2			
<b>Итого</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

Раздел	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Энергетическая система и ее структура	Элементы теории передачи электроэнергии. Классификация электрических сетей. Основные элементы ВЛ. Провода ВЛ. Опоры ВЛ и их основания. Изоляторы и линейная арматура ВЛ. КЛ электропередач. Общая характеристика. Кабельные линии 1-35 кВ. Кабельная арматура.
2	Режимы нейтралей ЭЭС. ЭЭС напряжением до 1000В	Режимы работы нейтралей в установках U 1кВ. Сети с изолированной нейтралью. Сети с компенсированной нейтралью. Сети с эффективно и глухо заземленными нейтральями. Параметры исхемы замещения воздушных ЛЭП. Параметры схемы замещения КЛ. Воздушные ЛЭП с расщепленными фазами

3	<b>Моделирование протяженных линий</b>	Схемы замещения и расчет параметров двухобмоточного трансформатора. Схемы замещения и расчет параметров 3х обмоточного трансформатора. Схемы замещения и расчет параметров автотрансформатора. Схемы замещения и расчет параметров трансформатора с расщеплёнными обмотками.
4	<b>Годовые графики нагрузок и их характеристики</b>	Статические характеристики электрических нагрузок. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки неизменным по модулю и фазе тока. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки неизменной мощностью. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки постоянными сопротивлениями ( проводимостями).
5	<b>Общая характеристика задачи расчета и анализа установившихся режимов ЭЭС</b>	Расчет установившегося режима ЛЭП. Анализ режима хх ЛЭП. Расчет установившихся режимов простых замкнутых ЭЭС. Расчетные нагрузки и схемы ЭЭС. Анализ электрического режима простейшей замкнутой ЭЭС. Расчет электрического режима сети с 2х сторонним питанием. Частные случаи правила моментов при расчете электрического режима сети однородной по параметрам схемы замещения и параметрам электрической нагрузки. Расчет сети методом УКТ. Расчет сети методом УКМ. Проблемы расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии.
6	<b>Способы уменьшения потерь эл энергии в линиях</b>	Подходы к регулированию напряжения в системообразующей ЭЭС. Принципы регулирования напряжения в центрах питания распределительных ЭЭС. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с устройствами РПН. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности. Баланс мощностей и регулирование частоты в электроэнергетической системе.
7	<b>Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС</b>	Выбор проводников по условиям экономичности. Выбор проводников ЛЭП допустимой потери напряжения. Выбор проводников ЛЭП по условию нагревания. Учет технических ограничений при выборе проводов ВЛ и жил КЛ. Пути повышения пропускной способности ЛЭП и ЭЭС.
8	<b>Основы технико-экономических расчётов электрических систем и сетей</b>	Оптимизация и снижение потерь энергии в электрических сетях. Элементы технико-экономических расчётов систем электропередачи.

### 5.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

#### 5.4. Практические занятия (семинары)

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Энергетическая система и ее структура	Моделирование параметров установившегося режима участка электрической сети
2	Режимы нейтралей ЭЭС. ЭЭС напряжением до 1000В	Исследование режимов работы электрической сети в зависимости от ее нейтралей
3	Моделирование протяженных линий	Анализ эксплуатационных режимов разомкнутой электрической сети
4	Годовые графики нагрузок и их характеристики	Расчет показателей графиков электрических нагрузок
5	Общая характеристика задачи расчета и анализа установившихся режимов ЭЭС	Исследование симметричного установившегося режима работы замкнутой сети с двумя источниками питания
6	Способы уменьшения потерь эл энергии в линиях	Исследование потерь электроэнергии в электрических сетях системы электроснабжения
7	Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС	Составление вариантов схемы электрической сети и выбор наиболее рациональных решений.
8	Основы технико-экономических расчётов электрических систем и сетей	Выбор рациональных средств повышения экономичности режимов работы ЭЭС и обеспечение качества электроэнергии

#### 6. Самостоятельная работа

##### 6.1. Подготовка к практическим занятиям

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Энергетическая система и ее структура	Разработка схем развития сети
2	Режимы нейтралей ЭЭС. ЭЭС напряжением до 1000В	Расчет потоков распределения в сети
3	Моделирование протяженных линий	Выбор номинального напряжения сети
4	Годовые графики нагрузок и их характеристики	Выбор сечений линий электропередачи
5	Общая характеристика задачи расчета и анализа установившихся режимов ЭЭС	Экономические интервалы сечений
6	Способы уменьшения потерь эл энергии в линиях	Выбор трансформаторов на понижающих подстанциях
7	Выбор конфигурации и номинального напряжения ЭЭС	Выбор схем подстанций
8	Основы технико-экономических расчётов электрических систем и сетей	Экономическое сопоставление вариантов развития сети

## **6.2. Примерная тематика докладов**

1. Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи
2. Схемы замещения и параметры элементов электрических систем и сетей
3. Элементы теории передачи электроэнергии
4. Инженерные методы расчёта симметричных установившихся режимов
5. Применение ЭВМ для расчёта нормальных режимов электрических сетей
6. Потребление и потери электроэнергии в электрических сетях
7. Основы построения схем электрических сетей
8. Планирование и управление режимами электрических сетей
9. Потери электроэнергии
10. Компенсация реактивной мощности
11. Качество электроэнергии
12. Структура фактических (отчетных) потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций
13. Методы расчета потерь в сетях и присоединенном оборудовании
14. Методы анализа и нормирования потерь
15. Выбор мероприятий по снижению и расчету допустимых небалансов электроэнергии
16. Свойства основных токоприемников, потребляющих реактивную энергию
17. Физическая сущность реактивной мощности и коэффициента мощности
18. Принципы построения и применения статических устройств компенсации и регулирования реактивной мощности и высших гармоник в электрических сетях
19. Нормирование потерь электроэнергии

## **6.3. Методические указания по написанию доклада.**

### **Этапы работы над докладом**

Формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию.

Подбор и изучение основных источников по теме (как правильно, при разработке доклада используется не менее 8-10 различных источников).

Составление списка использованных источников.

Обработка и систематизация информации.

Разработка плана доклада.

Написание доклада.

Публичное выступление с результатами исследования.

### **Структура доклада:**

- титульный лист
- оглавление (в нем последовательно излагаются названия пунктов доклада, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт);
- введение (формулирует суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяются ее значимость и актуальность, указываются цель и задачи доклада, дается характеристика используемой литературы);
- основная часть (каждый раздел ее, доказательно раскрывая отдельную проблему

или одну из ее сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть представлены таблицы, графики, схемы);

- заключение (подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме доклада, предлагаются рекомендации);

- список использованных источников.

### **Структура и содержание доклада**

**Введение** - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.

**Основная часть.** В ней раскрывается содержание доклада. Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой проблемы, дается критический анализ литературы и показываются позиции автора. В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента. В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

**В заключении** содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.

**Список использованных источников** представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

**Приложение** к докладу оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и номер, который пишется в правом верхнем углу, например: «Приложение 1».

### **Требования к оформлению доклада**

Объем доклада может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем. Доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения. Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу. Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата. По усмотрению преподавателя доклады могут быть представлены на семинарах, научно-практических конференциях, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

1. Валеев И.М. Общая электроэнергетика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Валеев И.М., Макаров В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 220 с.
2. Расчет режимов распределительных электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (магистерская программа «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»)/ П.О. Гуков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017.— 105 с.
3. Режимы работы нейтралей систем электроснабжения объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.А. Ощепков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2017.— 80 с.

## 7. Оценочные средства

В качестве оценочных средств используются средства контроля выполнения и защиты практических работ по дисциплине. Защита практической работы – ответ на контрольные вопросы после выполнения практической работы.

**Практическая работа 1.** Допустимые потери напряжения в линиях местных сетей.

**Практическая работа 2.** Определение наибольшей потери напряжения.

**Практическая работа 3.** КЛ электропередач. Общая характеристика. Кабельные линии 1-35 кВ.

**Практическая работа 4.** Потеря напряжения в ЛЭП с равномерно распределенной нагрузкой.

**Практическая работа 5.** Расчет сечений проводов из условия постоянства сечений на участках.

**Практическая работа 6.** Замена параллельных линий при отсутствии на них нагрузок эквивалентной линией.

**Практическая работа 7.** Генерация реактивной мощности генераторами ЭС.

**Практическая работа 8.** Выбор мощности батарей конденсаторов при поперечной компенсации.

**Практическая работа 9.** Регулирование напряжения в центрах питания.

**Практическая работа 10.** Оптимальное распределение активной мощности между электростанциями.

*Образец задания практической работы*

**Практическая работа 6.** Замена параллельных линий при отсутствии на них нагрузок эквивалентной линией.

Известны мощности  $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \dots, \underline{S}_n$  параллельных линий и их сопротивления  $\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \dots, \underline{Z}_n$  (см. рис. а). Необходимо найти значения  $\underline{S}_{\text{ЭКВ}}$  и  $\underline{Z}_{\text{ЭКВ}}$  в преобразованной схеме (см. рис. б).

*Условие эквивалентности схем* – одинаковое напряжение в точке 0 в преобразованной и исходной схемах.

Если напряжение в точках 1 – n одинаково, то мы можем записать:

$$\underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{\underline{Y}_{\text{ЭКВ}}} \quad \text{и} \quad \underline{S}_{\text{ЭКВ}} = \sum_{i=1}^n \underline{S}_i.$$

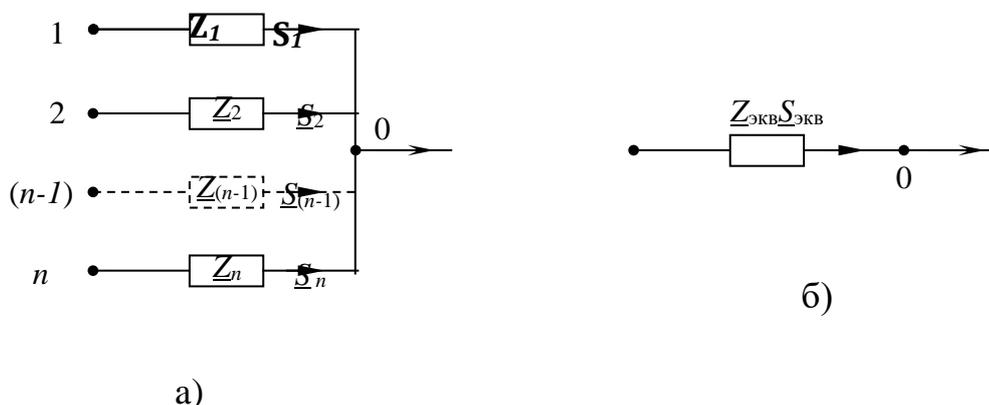


Рис. Параллельные линии нагрузок

а) исходная схема;

б) преобразованная схема.

Эквивалентная проводимость схемы рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{экв}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_i}$$

Известны мощность  $\underline{S}_{\text{экв}}$  и сопротивление  $\underline{Z}_{\text{экв}}$  в преобразованной схеме (см. рис. б). Найти мощности  $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \dots, \underline{S}_n$  в исходной схеме (см. рис. а).

Так как напряжение в точке 0 одинаково, то одинаково падение напряжения на сопротивлениях в преобразованной и исходной схемах:

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 = \dots = \Delta U_n = \Delta U_{\text{экв}}$$

или

$$\frac{\underline{S}_1 \cdot \underline{Z}_1^*}{\underline{U}_0} = \frac{\underline{S}_2 \cdot \underline{Z}_2^*}{\underline{U}_0} = \dots = \frac{\underline{S}_n \cdot \underline{Z}_n^*}{\underline{U}_0} = \frac{\underline{S}_{\text{экв}} \cdot \underline{Z}_{\text{экв}}^*}{\underline{U}_0}$$

Из полученного равенства можно найти значения мощностей  $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \dots, \underline{S}_n$ :

$$\underline{S}_1 = \frac{\underline{S}_{\text{экв}} \cdot \underline{Z}_{\text{экв}}^*}{\underline{Z}_1^*}; \underline{S}_2 = \frac{\underline{S}_{\text{экв}} \cdot \underline{Z}_{\text{экв}}^*}{\underline{Z}_2^*}; \dots \underline{S}_n = \frac{\underline{S}_{\text{экв}} \cdot \underline{Z}_{\text{экв}}^*}{\underline{Z}_n^*}$$

### Вопросы на зачет

1. Элементы теории передачи электроэнергии.
2. Классификация электрических сетей.
3. Основные элементы ВЛ.
4. Провода ВЛ.
5. Опоры ВЛ и их основания.
6. Изоляторы и линейная арматура ВЛ.
7. КЛ электропередач. Общая характеристика. Кабельные линии 1-35 кВ. Кабельная арматура.
8. Режимы работы нейтралей в установках U 1кВ.
9. Сети с изолированной нейтралью.
10. Сети с компенсированной нейтралью.
11. Сети с эффективно и глухо заземленными нейтралями.
12. Параметры и схемы замещения воздушных ЛЭП.
13. Параметры схемы замещения КЛ.
14. Воздушные ЛЭП с расщепленными фазами.
15. Схемы замещения и расчет параметров двухобмоточного трансформатора.
16. Схемы замещения и расчет параметров 3х обмоточного трансформатора.
17. Схемы замещения и расчет параметров автотрансформатора.
18. Схемы замещения и расчет параметров трансформатора с расщеплёнными обмотками.
19. Статические характеристики электрических нагрузок.
20. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки неизменным по модулю и фазе токам.
21. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки неизменной мощностью.
22. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки постоянными сопротивлениями (проводимостями).
23. Расчет установившегося режима ЛЭП.
24. Анализ режима хх ЛЭП.
25. Расчет установившихся режимов простых замкнутых ЭЭС.

26. Расчетные нагрузки и схемы ЭЭС.
27. Анализ электрического режима простейшей замкнутой ЭЭС.
28. Расчет электрического режима сети с 2х сторонним питанием.
29. Частные случаи правила моментов при расчете электрического режима сети однородной по параметрам схемы замещения и параметрам электрической нагрузки.
30. Расчет сети методом УКТ.
31. Расчет сети методом УКМ.
32. Проблемы расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии.
33. Подходы к регулированию напряжения в системообразующей ЭЭС.
34. Принципы регулирования напряжения в центрах питания распределительных ЭЭС.
35. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с устройствами РПН.
36. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
37. Компенсация реактивной мощности.
38. Баланс мощностей и регулирование частоты в электроэнергетической системе.
39. Выбор проводников по условиям экономичности.
40. Выбор проводников ЛЭП допустимой потери напряжения.
41. Выбор проводников ЛЭП по условию нагревания.
42. Учет технических ограничений при выборе проводов ВЛ и жил КЛ.
43. Пути повышения пропускной способности ЛЭП и ЭЭС.
44. Оптимизация и снижение потерь энергии в электрических сетях.
45. Элементы технико-экономических расчётов систем электропередачи.

Образец билета

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
им. акад. М.Д. Миллионщикова

---

**БИЛЕТ № 1**

Дисциплина Электроэнергетические сети и системы  
Институт прикладных информационных технологий  
Кафедра «Электротехника и электропривод»

1. Элементы теории передачи электроэнергии.
2. Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей, моделирование нагрузки постоянными сопротивлениями (проводимостями).

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав.кафедрой «ЭЭП»  
Р.А-М. Магомадов

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **8.1. Основная литература:**

1. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения: учебное пособие/ Е.Е. Привалов [и др.].— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018.— 172 с.
2. Валеев И.М. Общая электроэнергетика: учебное пособие/ Валеев И.М., Макаров В.Г. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 220 с.
3. Клевцов А.В. Основы рационального потребления электроэнергии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Клевцов А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2017.— 232 с.
4. Митрофанов С.В. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Митрофанов С.В., Семенова Л.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 144 с.
5. Расчет режимов распределительных электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (магистерская программа «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»)/ П.О. Гуков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017.— 105 с.
6. Шахнин В.А. Энергетическое обследование. Энергоаудит [Электронный ресурс]: курс лекций/ Шахнин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019.— 144 с.
7. Ананичева С.С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ананичева С.С., Шелюг С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 176 с.
8. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.Е. Привалов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018.— 172 с.
9. Конюхова Е.А. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры): учебное пособие/ Конюхова Е.А. — М.: Русайнс, 2016.— 159 с.
10. Кобелев А.В. Режимы работы электроэнергетических систем: учебное пособие для бакалавров и магистров направления «Электроэнергетика»/ Кобелев А.В., Кочергин С.В., Печагин Е.А. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 80 с.
11. Митрофанов С.В. Моделирование в электроэнергетике: учебное пособие/ Митрофанов С.В., Семенова Л.А.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 144 с.
12. Электробезопасность работников электрических сетей: учебное пособие/ Е.Е. Привалов [и др.].— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018.— 300 с.

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Валеев И.М. Общая электроэнергетика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Валеев И.М., Макаров В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 220 с.

2. Расчет режимов распределительных электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (магистерская программа «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»)/ П.О. Гуков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017.— 105 с.
3. Режимы работы нейтралей систем электроснабжения объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.А. Ощепков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2017.— 80 с.
4. Богданов А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах: учебное пособие/ Богданов А.В., Бондарев А.В. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 82 с.
5. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Электронный ресурс]/ Михеев Г.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 297 с.
6. Кокин С.Е. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие/ Кокин С.Е., Дмитриев С.А., Хальясмаа А.И. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 100 с.

### **8.3 Интернет – ресурсы:**

1. <http://www.twirpx.com/files/tek/enets/>
2. <http://electrolibrary.info/bestbooks>
3. <http://www.iprbookshop.ru/61379.html>
4. <http://www.iprbookshop.ru/61647.html>
5. <http://www.iprbookshop.ru/69913.html>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения учебных занятий используются возможности мультимедийного оборудования, установленного в аудитории Университета и сети Интернет.

Лекционная аудитория, оснащенная компьютером, видеопроекционным оборудованием, в том числе для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном.

Мультимедийные средства и другая техника для презентаций учебного материала, офисный пакет программ MS Windows (MS Excel, MS Word) для оформления расчетов структурного и параметрического синтеза электротехнического комплекса и систем, Open Office Google Chrome.

Программа составлена в соответствии с утвержденными ФГОС и учебными планами основной профессиональной образовательной программы высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно - педагогических кадров в аспирантуре.

**Лист согласования:**

**Разработчик:**

Доц. каф. «ЭЭП»



/Дебиев М.В./

**Согласовано:**

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./

Начальник ОПКВК



/Ахмадова З.Р./

Зав. каф. «ЭЭП»



/Магомадов Р.А-М./