

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Б1.В.10 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки (специализация) 13.03.02.07 Электроснабжение

Форма обучения очная

Год набора 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили  
доцент, к.т.н. Платонова Елена Владимировна

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины:

Основная цель преподавания дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» - дать представление о системах производства, передачи, преобразования и распределения электроэнергии от источника электроэнергии до потребителя, в том числе: о конструктивном исполнении элементов электроэнергетических систем и электрических сетей, о режимах работы электрических станций и электрических сетей, о методах, путях и средствах улучшения параметров режимов электроэнергетических систем, об инженерных практических методах расчета режимов электроэнергетических систем, о способах и средствах регулирования напряжения и частоты в узлах электроэнергетических систем, о способах и средствах снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях, о способах и средствах исполнения баланса мощностей.

Также в рамках изучения дисциплины студенты знакомятся с основами проектирования электроэнергетических систем и сетей.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины:

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» должен решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Проектно-конструкторская деятельность:

выбор и технико-экономическое обоснование основных элементов электроэнергетических систем и сетей; расчет режимов электроэнергетических систем и сетей; применение средств и методов обеспечения оптимальных параметров надежности, качества и экономичности электроэнергетических систем и сетей.

Производственно-технологическая деятельность:

ведение работ по эксплуатации электроэнергетических систем и сетей при обеспечении оптимальных параметров надежности, качества и экономичности режимов их работы.

Организационно-управленческая деятельность:

организация работ по эксплуатации электроэнергетических систем и сетей при обеспечении оптимальных параметров надежности, качества и экономичности режимов их работ.

Научно-исследовательская деятельность:

анализ эффективности работы электроэнергетических систем и сетей; оптимизация параметров электроэнергетических систем и сетей и параметров режимов электроэнергетических систем и сетей современными методами.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов ПД	

	<p>ПК-1: Способен участвовать в проектировании объектов ПД ПК-1.1</p> <p>Выполняет анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений</p> <p>Уметь: исходя из заданных начальных условий для проектирования схемы электрической сети составить несколько альтернативных конкурентоспособных вариантов ОС-7</p> <p>ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения</p> <p>Уметь: провести технико-экономическое сравнение вариантов проектируемой электрической сети ОС-7</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками составления схем электроснабжения и применяет методики расчета электрических нагрузок объектов ПД</p> <p>Владеть: навыками составления однолинейных схем электрических соединений распределительной сети и типовых схем распределительных устройств подстанций 35-750 кВ ОС-7</p>
<p>ПК-5 Способен рассчитывать параметры оборудования и режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	
	<p>ПК-5.1 Знает оборудование и основные режимы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>Знать: конструктивное исполнение элементов электрических сетей и режимы их работы</p> <p>ПК-5.2 Умеет рассчитывать параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: рассчитывать параметры элементов электрических сетей</p> <p>ПК-5.3 Имеет практический опыт расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: практическими методиками расчета параметров нормальных и послеаварийных режимов работы электрических сетей</p> <p>ПК-5.4 Демонстрирует знание влияния параметров элементов объектов ПД на показатели режима работы</p> <p>Знать: зависимости параметров нормального и послеаварийного режимов работы электрической сети от параметров элементов сети</p> <p>ПК-5.5 Знает принципы регулировки параметров режима работы объектов ПД</p> <p>Знать: принципы, методы, средства регулирования параметров режима электрической сети</p>

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины.

URL-адрес и название электронного обучающего курса  
<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=24313>

Дисциплина реализуется с применением ЭО и ДОТ

## 2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		6	7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	7 (144)	4 (144)	3 (108)
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	2,5 (90)	1,5 (54)	1 (36)
занятия лекционного типа	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
практические занятия	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)	0 (0)
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	3,5 (126)	2,5 (90)	1 (36)
<b>Вид промежуточной аттестации (Зачет)</b>	36	Зачёт	Экзаме н,КП

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате	РО	Мероприятия текущего контроля и ПА
<b>Раздел 1. Введение</b>							
1.	Лек	Цели и задачи курса «Электроэнергетические системы и сети». Основные понятия и определения. Основные характеристики электрических сетей. Классификация электрических сетей.	2	6		ПК-1,ПК-5	
<b>Раздел 2. Конструктивное выполнение, параметры элементов и режимы электроэнергетических систем и сетей</b>							
1.	Лек	Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий. Параметры воздушных и кабельных линий. Схемы замещения линий электропередачи. Конструктивное выполнение, параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Статические характеристики нагрузок. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.	4	6		ПК-1,ПК-5	
2.	Ср	Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий. Параметры воздушных и кабельных линий. Схемы замещения линий электропередачи. Конструктивное выполнение, параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Статические характеристики нагрузок. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.	30	6		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Расчет параметров линий электропередач	2	6		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Расчет параметров трансформаторов, автотрансформаторов	2	6		ПК-1,ПК-5	
5.	Лаб	Измерение параметров установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.	2	6		ПК-1,ПК-5	
6.	Лаб	Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двухсторонним питанием.	2	6		ПК-1,ПК-5	
7.	Лаб	Натурное моделирование установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием.	2	6		ПК-1,ПК-5	
8.	Лаб	Нагрузки систем электроснабжения.	2	6		ПК-1,ПК-5	
<b>Раздел 3. Практические методы расчета режимов электроэнергетических систем и сетей</b>							

1.	Лек	Задачи расчета электрических сетей. Схемы электрических систем. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей . Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях.	8	6		ПК-1,ПК-5	
2.	Ср	Задачи расчета электрических сетей. Схемы электрических систем. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей . Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях.	30	6		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Расчет режима разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания	4	6		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Расчет режима замкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания	4	6		ПК-1,ПК-5	
5.	Лаб	Влияние компенсации реактивной мощности на параметры установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.	2	6		ПК-1,ПК-5	
6.	Лаб	Автоматическое отключение короткого замыкания на линии электропередачи с односторонним питанием.	2	6		ПК-1,ПК-5	
7.	Лаб	Автоматическое повторное включение линий электропередачи с односторонним и двухсторонним питанием.	2	6		ПК-1,ПК-5	
8.	Лаб	Автоматическое резервное включение секционного выключателя понизительной подстанции.	2	6		ПК-1,ПК-5	
9.	Лаб	Автоматическое ограничение снижения напряжения включением устройства продольной емкостной компенсации линии электропередачи и включением шунтирующего реактора на конце линии электропередачи.	2	6		ПК-1,ПК-5	
<b>Раздел 4. Основы проектирования электрических сетей</b>							
1.	Лек	Задачи, стадии и метод проектирования электрических сетей. Основные технико-экономические показатели электрических сетей. Критерии выбора оптимального варианта. Затраты на возмещение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей. Выбор номинального напряжения.	4	6		ПК-1,ПК-5	

2.	Ср	Задачи, стадии и метод проектирования электрических сетей. Основные технико-экономические показатели электрических сетей. Критерии выбора оптимального варианта. Затраты на возмещение потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей. Выбор номинального напряжения.	30	6		ПК-1,ПК-5
3.	Пр	Расчет параметров линий электропередач	2	6		ПК-1,ПК-5
4.	Пр	Расчет параметров трансформаторов, автотрансформаторов	2	6		ПК-1,ПК-5
5.	Пр	Расчет режима линии с двусторонним питанием при разных напряжениях источников питания	2	6		ПК-1,ПК-5

#### Раздел 5. Управление режимами электроэнергетических систем и сетей

1.	Лек	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников и электрических аппаратов. Характеристика режима напряжений. Показатели качества электроэнергии. Задача регулирования напряжения в электрических сетях. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Регулирование частоты в ЭЭС. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсирующие устройства. Методы и принципы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Определение допустимой потери напряжения в распределительных сетях. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению. Несинусоидальность в электроэнергетических системах и мероприятия по борьбе с нею.	6	7		ПК-1,ПК-5
2.	Ср	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников и электрических аппаратов. Характеристика режима напряжений. Показатели качества электроэнергии. Задача регулирования напряжения в электрических сетях. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Регулирование частоты в ЭЭС. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсирующие устройства. Методы и принципы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Определение допустимой потери напряжения в распределительных сетях. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению. Несинусоидальность в электроэнергетических системах и мероприятия по борьбе с нею.	12	7		ПК-1,ПК-5
3.	Пр	Расчет режима линии с двусторонним питанием при разных напряжениях источников питания	2	7		ПК-1,ПК-5
4.	Пр	Выбор напряжений сети и мощностей трансформаторов	2	7		ПК-1,ПК-5

#### Раздел 6. Основы выбора проводникового материала в электроэнергетических системах и сетях



1.	Лек	Основы выбора сечений проводов и кабелей. Выбор экономически целесообразных сечений проводов и кабелей. Выбор сечений проводов в местных сетях по допустимой потере напряжения, питающих одну нагрузку. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения, питающих несколько нагрузок. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения при равенстве плотности тока на участках. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения при минимальном расходе проводникового материала. Область применения дополнительных условий при выборе по допустимой потере напряжения. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева. Учет технических ограничений при выборе сечений проводов и жил кабелей отдельных линий.	6	7		ПК-1,ПК-5	
2.	Ср	Основы выбора сечений проводов и кабелей. Выбор экономически целесообразных сечений проводов и кабелей. Выбор сечений проводов в местных сетях по допустимой потере напряжения, питающих одну нагрузку. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения, питающих несколько нагрузок. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения при равенстве плотности тока на участках. Выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения при минимальном расходе проводникового материала. Область применения дополнительных условий при выборе по допустимой потере напряжения. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева. Учет технических ограничений при выборе сечений проводов и жил кабелей отдельных линий.	12	7		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Выбор сечений проводников	4	7		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Технико-экономическое сравнение вариантов сети	4	7		ПК-1,ПК-5	

#### Раздел 7. Повышение экономичности работы электрических сетей

1.	Лек	Методы расчета потерь электроэнергии. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Методы уменьшения потерь мощности в питающих сетях. Уменьшение потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения. Мероприятия по изменению схемы сети с целью снижения потерь мощности.	6	7		ПК-1,ПК-5	
2.	Ср	Методы расчета потерь электроэнергии. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Методы уменьшения потерь мощности в питающих сетях. Уменьшение потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения. Мероприятия по изменению схемы сети с целью снижения потерь мощности.	12	7		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Технико-экономическое сравнение вариантов сети	2	7		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Регулирование напряжения на понижающих подстанциях	4	7		ПК-1,ПК-5	

5.	Экзамен		36	7		ПК-1,ПК-5	
<b>Раздел 8. зачет</b>							
1.	Зачёт	зачет		6			
2.	Экзамен	экзамен		7			
<b>Раздел 9. экзамен</b>							
1.	КП			7			

#### **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

##### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Электроэнергетика". - Москва: КноРус, 2014. - 645 с..
2. Хорошилов Н. В., Пилюгин А. В., Хорошилова Л. В., Бирюлин В. И., Ларин О. М. Электропитающие системы и электрические сети: учебное пособие. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. - 352 с..
3. Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учеб. для вузов. - Москва: Энергоиздат, 1981. - 464 с..
4. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика". - Москва: КноРус, 2012. - 645 с..
5. Зубков Н.И., Платонова Е.В., Торопов А.С. Моделирование электроэнергетических систем в среде MATLAB: учеб. пособие.; рекомендовано СибРУМЦ. - Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ, 2010. - 228 с..
6. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник. - Новосибирск: НГТУ, 2005. - 300 с..
7. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учебное пособие.; рекомендовано СибРУМЦ. - М.: Логос, 2007. - 254 с..
8. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей:. - М.: ЭНАС, 2012. - 376 с..
9. Платонова Е.В. Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания к лабораторным работам. - Абакан: КГТУ, 2006. - 24 с..
10. Букатов А.В., Платонова Е.В. Производство, передача и распределение электроэнергии: методические указания к лабораторным работам. - Абакан: КГТУ, 2007. - 14 с..
11. Платонова Е.В., Коловский А.В. Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания по выполнению лабораторных. - Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ, 2010. - 74 с..
12. Платонова Е. В. Электроэнергетические системы и сети. Курсовой проект: методические указания. - Абакан: ХТИ - филиал СФУ, 2015. - 69 с..

##### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. SimPowerSystems concurrent All Platform Licenses 10-24 Classroom . Пакет расширения для среды Matlab .
2. MATLAB - Simulink . Пакет приложений для среды MATLAB.
3. Microsoft Visio Professional 2007 Russian Academic. Графический пакет векторной графики.

##### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ». <https://ivo.garant.ru>  
Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ»  
Электронная правовая система "КонсультантПлюс"
2. Электронная правовая система "КонсультантПлюс". <https://www.consultant.ru>  
Электронно- правовая ситтема «Система ГАРАНТ»  
Электронная правовая система "КонсультантПлюс"
- 3.

## **5 Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, оборудованной лабораторными стендами (ауд. А-307), а также в компьютерном классе (ауд. А-105, А-104) с моделированием электроэнергетических систем и сетей и их режимов в системе Simulink Matlab. При чтении лекций может использоваться мультимедийная установка, видеодвойка с набором видеофильмов.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских и практических занятий: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

учебная аудитория для проведения практических занятий: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, специальное оборудование в соответствии со спецификой дисциплины, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

учебная аудитория (компьютерный класс): специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, АРМ обучающихся, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

помещение для самостоятельной работы обучающихся: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, АРМ обучающихся, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета