

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.14 Электроэнергетические системы и сети

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

13.03.02.07 Электроснабжение

Форма обучения

заочная

Год набора

2020

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., Доцент, Платонова Е.В.; к.т.н., доцент, Платонова Елена

Владимировна

должность, инициалы, фамилия

## **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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен участвовать в проектировании объектов ПД</b>	
ПК-1.1: Выполняет анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	
ПК-1.2: Обосновывает выбор целесообразного решения	
ПК-1.3: Владеет навыками составления схем электроснабжения и применяет методики расчета электрических нагрузок объектов ПД	
<b>ПК-5: Способен рассчитывать параметры оборудования и режимы работы объектов профессиональной деятельности</b>	
ПК-5.1: Знает оборудование и основные режимы работы объектов профессиональной деятельности	
ПК-5.2: Умеет рассчитывать параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	
ПК-5.3: Имеет практический опыт расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности	
ПК-5.4: Демонстрирует знание влияния параметров элементов объектов ПД на показатели режима работы	
ПК-5.5: Знает принципы регулировки параметров режима работы объектов ПД	

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	Семестр					
		1	2	3	4	5	6

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение. Конструктивное выполнение, параметры элементов и режимы электроэнергетических систем и сетей</b>									
	1. Цели и задачи курса «Электроэнергетические системы и сети». Основные понятия и определения. Основные характеристики электрических сетей. Классификация электрических сетей. 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.	1							

<p>2. 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.</p>							18	
<p><b>2. Практические методы расчета режимов электроэнергетических систем и сетей</b></p>								
<p>1. 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.</p>	2							

<p>2. 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.</p>							36	
<p>3. Расчет параметров линий электропередач</p>			1					
<p>4. Расчет параметров трансформаторов, автотрансформаторов</p>			1					
<p>5. Измерение параметров установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.</p>					1			
<p>6. Влияние компенсации реактивной мощности на параметры установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.</p>					1			
<p>7. Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двухсторонним питанием.</p>					1			



8. Натурное моделирование установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием.						1			
<b>3. Основы проектирования электрических сетей</b>									
1. 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.	1								
2. 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.								40	
3.									
<b>4. Управление режимами электроэнергетических систем и сетей</b>									

<p>1. 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.</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. 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.</p>							39	
<p>3. Расчет режима разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания</p>			1					
<p>4. Расчет режима замкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания</p>			1					
<p>5. Автоматическое отключение короткого замыкания на линии электропередачи с односторонним питанием.</p>					1			
<p>6. Нагрузки систем электроснабжения.</p>					1			
<p>7. Автоматическое повторное включение линий электропередачи с односторонним и двухсторонним питанием.</p>					1			

8. Автоматическое резервное включение секционного выключателя понизительной подстанции.					1			
9. Автоматическое ограничение снижения напряжения включением устройства продольной емкостной компенсации линии электропередачи и включением шунтирующего реактора на конце линии электропередачи.					2			
<b>5. Основы выбора проводникового материала в электроэнергетических системах и сетях</b>								
1. 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 допускаемой потере напряжения, питающих несколько нагрузок. Выбор сечений проводников в местных сетях по допускаемой потере напряжения при равенстве плотности тока на участках. Выбор сечений проводников в местных сетях по допускаемой потере напряжения при минимальном расходе проводникового материала. Область применения дополнительных условий при выборе по допускаемой 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.	2							

<p>2. 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 допускаемой потере напряжения, питающих несколько нагрузок. Выбор сечений проводников в местных сетях по допускаемой потере напряжения при равенстве плотности тока на участках. Выбор сечений проводников в местных сетях по допускаемой потере напряжения при минимальном расходе проводникового материала. Область применения дополнительных условий при выборе по допускаемой 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.</p>							20	
<p>3. Выбор сечений проводников</p>			1					
<p>4. Выбор напряжений сети и мощностей трансформаторов</p>			1					
<p><b>6. Повышение экономичности работы электрических сетей</b></p>								
<p>1. 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.</p>	2							

2. 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.							20	
3. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети			2					
4. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях			2					
5.								
Всего	10		10		10		173	

## **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).
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).
3. Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учеб. для вузов(Москва: Энергоиздат).
4. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика"(Москва: КноРус).
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).
6. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник(Новосибирск: НГТУ).
7. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учебное пособие.; рекомендовано СибРУМЦ(М.: Логос).
8. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей (М.: ЭНАС).
9. Платонова Е.В. Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания к лабораторным работам(Абакан: КГТУ).
10. Букатов А.В., Платонова Е.В. Производство, передача и распределение электроэнергии: методические указания к лабораторным работам (Абакан: КГТУ).
11. Платонова Е.В., Коловский А.В. Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания по выполнению лабораторных (Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ).
12. Платонова Е. В. Электроэнергетические системы и сети. Курсовой проект: методические указания(Абакан: ХТИ - филиал СФУ).

### **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. При проектировании районных электрических сетей используются следующие программные продукты: MS VISIO, MATHCAD, MS EXCEL, SIMULINK MATLAB КОМПАС.
2. Формирование вариантов заданий на курсовую работу проводится с использованием РАЗРАБОТАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

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

1. Библиотечный сайт НБ СФУ [Электронный ресурс] : научная библиотека СФУ предоставляет доступ к ЭБС «ИНФРА-М», «Лань», «Национальный цифровой ресурс «Рукопт», рекомендованным для использования в высших учебных заведениях. – Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/>.
2. Электронный каталог НБ СФУ и полнотекстовая база данных внутривузовских изданий, видеолекций и учебных фильмов университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.sfu-kras.ru/>; <http://tube.sfu-kras.ru/>.
3. Электронная библиотечная система «ИНФРА-М» [Электронный ресурс] : включает литературу, выпущенную 10 издательствами, входящими в группу компаний «Инфра-М». – Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>.
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] : ресурс, содержащий электронные версии всех книг издательства, созданный с целью обеспечения вузов необходимой учебной и научной литературой профильных направлений. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.
5. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rucont.ru/>.
6. Электронная библиотека технического вуза ЭБС «Консультант студента» [Электронный ресурс] : многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
7. Электронный каталог библиотеки ХТИ – филиал СФУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://89.249.130.59/cgi-bin/irbis64r\\_81/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=KNIG&P21DBN=KNIG&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=](http://89.249.130.59/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=KNIG&P21DBN=KNIG&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=).
8. Консультант + [Электронный ресурс] : справочная правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
9. Правовая информационная система «Кодекс» [Электронный ресурс] : законодательство, комментарии, консультации, судебная практика. – Режим доступа: <http://www.kodeks.ru/>.
10. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс] : многофункциональная справочная правовая система. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.



## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **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-104, А-105) 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.