

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 заочная

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-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений  Уметь: исходя из заданных начальных условий для проектирования схемы электрической сети составить несколько альтернативных конкурентоспособных вариантов</p> <p>ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения  Уметь: провести технико-экономическое сравнение вариантов проектируемой электрической сети</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками составления схем электроснабжения и применяет методики расчета электрических нагрузок объектов ПД  Владеть: навыками составления однолинейных схем электрических соединений распределительной сети и типовых схем распределительных устройств подстанций 35-750 кВ</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  Знать: конструктивное исполнение элементов электрических сетей и режимы их работы</p> <p>ПК-5.2 Умеет рассчитывать параметры оборудования объектов профессиональной деятельности  Уметь: рассчитывать параметры элементов электрических сетей</p> <p>ПК-5.3 Имеет практический опыт расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности  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  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  Знать: принципы, методы, средства регулирования параметров режима электрической сети</p>

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

**2 Объем дисциплины (модуля)**

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Курс	
		3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6 (108)	3 (108)	3 (108)
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	0,8 (30)	0,4 (16)	0,4 (14)
занятия лекционного типа	0,3 (12)	0,2 (6)	0,2 (6)
практические занятия	0,3 (10)	0,2 (6)	0,1 (4)
лабораторные работы	0,2 (8)	0,1 (4)	0,1 (4)
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	4,8 (173)	2,4 (88)	2,4 (85)
<b>Вид промежуточной аттестации (Зачет)</b>	13	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. Конструктивное выполнение, параметры элементов и режимы электроэнергетических систем и сетей</b>							
1.	Лек	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	3		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.	14	3		ПК-1, ПК-5	
<b>Раздел 2. 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.	4	3		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.	36	3		ПК-1, ПК-5	

3.	Пр	Расчет параметров линий электропередач	3	3		ПК-1,ПК-5
4.	Пр	Расчет параметров трансформаторов, автотрансформаторов	3	3		ПК-1,ПК-5
5.	Лаб	Измерение параметров установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.	1	3		ПК-1,ПК-5
6.	Лаб	Влияние компенсации реактивной мощности на параметры установившегося режима работы разомкнутой распределительной электрической сети.	1	3		ПК-1,ПК-5
7.	Лаб	Натурное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двухсторонним питанием.	1	3		ПК-1,ПК-5
8.	Лаб	Натурное моделирование установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием.	1	3		ПК-1,ПК-5

### Раздел 3. Основы проектирования электрических сетей

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.	1	3		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.	40	3		ПК-1,ПК-5
3.	Зачёт		4	3		ПК-1,ПК-5

### Раздел 4. 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.	2	4		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.	39	4		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Расчет режима разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания	0,5	4		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Расчет режима замкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания	0,5	4		ПК-1,ПК-5	
5.	Лаб	Автоматическое отключение короткого замыкания на линии электропередачи с односторонним питанием.	0,5	4		ПК-1,ПК-5	
6.	Лаб	Нагрузки систем электроснабжения.	0,5	4		ПК-1,ПК-5	
7.	Лаб	Автоматическое повторное включение линий электропередачи с односторонним и двухсторонним питанием.	1	4		ПК-1,ПК-5	
8.	Лаб	Автоматическое резервное включение секционного выключателя понизительной подстанции.	1	4		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.	1	4		ПК-1,ПК-5	

#### Раздел 5. 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.	2	4		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.	20	4		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Выбор сечений проводников	0,5	4		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Выбор напряжений сети и мощностей трансформаторов	0,5	4		ПК-1,ПК-5	

#### Раздел 6. 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.	2	4		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.	26	4		ПК-1,ПК-5	
3.	Пр	Технико-экономическое сравнение вариантов сети	1	4		ПК-1,ПК-5	
4.	Пр	Регулирование напряжения на понижающих подстанциях	1	4		ПК-1,ПК-5	
5.	Экзамен		9	4		ПК-1,ПК-5	

#### Раздел 7. зачет

1.	Зачёт	зачет		3			
----	-------	-------	--	---	--	--	--

#### Раздел 8. экзамен

1.	Экзамен			4			
----	---------	--	--	---	--	--	--

#### Раздел 9. курсовой проект

1.	КП	курсовой проект		4			
----	----	-----------------	--	---	--	--	--

#### **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. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic. Офисный пакет Microsoft Office.
2. Microsoft Visio Professional 2007 Russian Academic. Графический пакет векторной графики.
3. Microsoft Visio Standard 2007 Russian Academic. Графический пакет векторной графики.
4. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.
5. Mathcad 14.0 University Site Perpetual. Среда математических расчетов и моделирования Mathcad.
6. Simulink Classroom 10-24 Group All Platform Licenses . Графическая среда имитационного моделирования .

##### **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. <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=24313>

## **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, Б-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