

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«21» апреля 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

2.1.3 Электроэнергетика

## **НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

2.4.3 Электроэнергетика

Братск, 2023

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	3
1.1 Цель дисциплины .....	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы .....	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины .....	3
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ</b> .....	4
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения .....	4
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость .....	4
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы .....	4
3.2 Содержание лекционных занятий.....	5
3.3 Практические занятия, семинары.....	5
3.4 Контрольные мероприятия .....	5
<b>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
4.1 Рекомендуемая литература .....	6
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» ....	7
<b>5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
<b>6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	8
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	10
<b>Приложение 3.</b> Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....	16

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель дисциплины

Углубление и систематизация теоретической подготовки аспиранта, приобретение и совершенствование практических навыков в области эксплуатации, теоретического и экспериментального исследования, математического и компьютерного моделирования оборудования электрических станций и электроэнергетических систем.

## 1.2. Задачи дисциплины

- подготовка к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;
- закрепление теоретических знаний в областях, связанных с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;
- развитие практических умений, привитие самостоятельности в процессе выполнения и представления результатов научно-исследовательской работы.

## 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина 2.1.3 Электроэнергетика относится к базовой части и является обязательной для изучения.

## 1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– методы математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники;</li><li>– схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций, схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, электрооборудования высокого напряжения, основные схмотехнические решения устройств силовой электроники;</li><li>– инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере научно-исследовательской деятельности по электроэнергетике;</li></ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– применять методы математического анализа при проведении научных исследований;</li><li>– использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ;</li><li>– разрабатывать методики проведения научных экспериментов с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики;</li><li>– планировать эксперименты для решения определенной задачи научной деятельности;</li></ul>
<b>владеть:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;</li><li>– навыками расчета параметров электроэнергетических и электротехнических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения;</li><li>– навыками использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении научно-исследовательских задач электроэнергетики.</li></ul>

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Трудоемкость дисциплины в часах					Реферат	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
		Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очная	3	108	48	24	24	60	-	экзамен

Экзамен по дисциплине «Электроэнергетика» проводится в форме кандидатского экзамена.

### 2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	Распределение по курсам, час
		КУРС 3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48
Лекции (Лк)	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	60	60
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Подготовка к экзамену	12	12
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	36	36
экзамен		
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	108
зач. ед.	3	3

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия (семинары)	СР*	Всего часов
1.	Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.	4	-	14	18
2.	Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.	6	-	16	22
3.	Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.	6	6	14	26
4.	Генераторы электрических станций	4	8	10	22
5.	Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем	4	10	6	20
	<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

### 3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>
1. Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.	Тепловые электростанции. Атомные электростанции. Гидроэлектростанции. Нетрадиционные электростанции.	4
2. Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.	Техническая документация, технологических инструкций, правил, норм и технических условий на производство электромонтажных работ. Эксплуатация воздушных линий электропередачи. Эксплуатация кабельных линий электропередачи.	6
3. Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.	Комплектные распределительные устройства. Батареи статических конденсаторов. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения. Бетонные реакторы. Эксплуатация высоковольтных выключателей и приводов. Шинопроводы и токопроводы. Эксплуатация силовых трансформаторов.	6
4. Генераторы электрических станций	Синхронные генераторы. Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Асинхронные генераторы. Асинхронизированные генераторы.	4
5. Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем.	Математическое описание установившегося режима электрической сети. Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов. Модели элементов энергосистемы в расчетах динамических режимов. Компьютерное моделирование электрических станций и электроэнергетических систем. Физические модели электростанций и электроэнергетических систем.	4
<b>ИТОГО</b>		24

### 3.3. Практические занятия, семинары

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий (семинаров)</i>	<i>Объем в часах</i>
1	3.	Типы электрооборудования распределительных устройств электростанций и подстанций.	6
2	4.	Автоматическое управление включением синхронного генератора на параллельную работу с системой бесконечной мощности.	4
3		Автоматическое управление режимом одномашинной электрической системы, работающей параллельно с электрической системой.	4
4	5.	Расчет и моделирование установившихся режимов электроэнергетических систем.	2
5		Расчет и моделирование аварийных режимов электроэнергетических систем.	4
6		Моделирование переходных процессов в одномашинной электрической системе при ресинхронизации синхронного генератора без потери и с временной потерей возбуждения.	4
<b>ИТОГО</b>			24

### 3.4. Контрольные мероприятия: реферат

Учебным планом не предусмотрено.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Рекомендуемая литература					
4.1.1. Основная литература					
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство год	Кол-во	Эл. адрес
1	Полюянович Н.К.	Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие	СПб. : Лань, 2012	22	-
2		Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей: нормативно-технический материал	Утверждено Минэнерго России пр.№6 от13.01.03г. - М.: НЦ ЭНАС, 2003	ЭР	<a href="http://www.novelectro.com/wpcontent/uploads/2012/11/pteep.pdf">http://www.novelectro.com/wpcontent/uploads/2012/11/pteep.pdf</a>
3		Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.	СПб.: Издательство ДЕАН, 2012	ЭР	<a href="http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/550226/pravila_tekhnicheskoi_ekspluatatsii_elektricheskikh_stantsii_i_setei_rossii.pdf">http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/550226/pravila_tekhnicheskoi_ekspluatatsii_elektricheskikh_stantsii_i_setei_rossii.pdf</a>
4		Правила устройства электроустановок. 7-е и 6-е издания.	СПб.: Издательство ДЕАН, 2013	ЭР	<a href="http://www.novelectro.com/wpcontent/uploads/2012/11/pue_7.pdf">http://www.novelectro.com/wpcontent/uploads/2012/11/pue_7.pdf</a>
5	Немировский А. Е. Сергиевская И.Ю. Крепышева Л.Ю.	Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учебное пособие.	Инфра-Инженерия, 2018	ЭР	<a href="https://www.directmedia.ru/book_493858_elektrooborudovanie_elektricheskikh_setey_stantsiy_i_podstantsiy">https://www.directmedia.ru/book_493858_elektrooborudovanie_elektricheskikh_setey_stantsiy_i_podstantsiy</a>
4.1.2. Дополнительная литература					
№	Авторы,	Заглавие	Издательство	Кол-во	Эл. адрес
6	Князевский Б.А. Трунковский Л.Е.	Монтаж и эксплуатация промышленных электроустановок: учебник для вузов	2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984	127	-
7	Емцев А.Н. Шумаков Н.М.	Выключатели распределительных устройств ТЭЦ: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2012	51	-
8	Емцев А.Н. Васильева С.А.	Монтаж и эксплуатация кабельных линий: учеб. пособие для вузов	Братск: БрГУ, 2008	141	-
9	Емцев А.Н.	Электрические аппараты. Электрическая часть станций и подстанций: учебное пособие	Братск : БрГУ, 2005	73	-
10	Коломиец Н.В. Пономарчук Н.Р. Шестакова В.В.	Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие	Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007	ЭР	<a href="http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/053/75053/55502">http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/053/75053/55502</a>
11	Булатов Ю.Н.	Математическое и компьютерное моделирование в расчетах и исследованиях режимов электрических систем: учебное пособие.	Братск: Изд-во БрГУ, 2016	24	-

4.1.3. Методические разработки					
№	Авторы,	Заглавие	Издательство	Кол-во	Эл. адрес
4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»					
1	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> .				
4.3.1 Перечень программного обеспечения					
1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Leve				
2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Leve				
4.3.2 Перечень информационных справочных систем					
1	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)				
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU				
3	Электронная библиотека БрГУ				
4	Электронный каталог библиотеки БрГУ				
5	«Университетская библиотека online»				

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№ аудитории</i>	<i>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>	<i>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>
1	2	3
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX – 1 шт.;</li> <li>- системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.;</li> <li>- монитор TFT 19 LG1953S-SF – 14шт.;</li> <li>- принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.;</li> <li>- сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.;</li> </ul> <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркерная доска – 1 шт.</li> </ul> <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.:</li> </ul> <p>персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор</p>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основное внимание при изучении дисциплины необходимо сконцентрировать на прикладном аспекте использования теоретических знаний.

Проведение практических занятий направлено на углубление и закрепление знаний в процессе самостоятельной работы, а также самостоятельного применения полученных знаний в практической деятельности.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала по рекомендации преподавателя, а также с использованием рекомендуемой литературы.

## АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

### 2.1.3 Электроэнергетика

#### 1. Цель и задачи дисциплины

##### **Целью изучения дисциплины является:**

углубление и систематизация теоретической подготовки аспиранта, приобретение и совершенствование практических навыков в области эксплуатации, теоретического и экспериментального исследования, математического и компьютерного моделирования оборудования электрических станций и электроэнергетических систем.

##### **Задачей изучения дисциплины является:**

- подготовка к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;
- закрепление теоретических знаний в областях, связанных с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;
- развитие практических умений, привитие самостоятельности в процессе выполнения и представления результатов научно-исследовательской работы.

#### 2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

##### 2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.
2. Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.
3. Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.
4. Генераторы электрических станций.
5. Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем.

#### 3. Планируемые результаты обучения

<b>знать:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методы математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники;</li> <li>– схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций, схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, электрооборудования высокого напряжения, основные схмотехнические решения устройств силовой электроники;</li> <li>– инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере научно-исследовательской деятельности по электроэнергетике;</li> </ul>
<b>уметь:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять методы математического анализа при проведении научных исследований;</li> <li>– использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ;</li> <li>– разрабатывать методики проведения научных экспериментов с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики;</li> </ul>

	– планировать эксперименты для решения определенной задачи научной деятельности;
<b>владеть:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;</li> <li>– навыками расчета параметров электроэнергетических и электротехнических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения;</li> <li>– навыками использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении научно-исследовательских задач электроэнергетики.</li> </ul>

**4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.**

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 1. Описание фонда оценочных средств

<i>№</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>ФОС</i>
1	2	3	4
1	<b>1.</b> Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.	Тепловые электростанции. Атомные электростанции. Гидроэлектростанции. Нетрадиционные электростанции.	Экзаменационные вопросы 1.1 – 1.6
2	<b>2.</b> Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.	Техническая документация, технологических инструкций, правил, норм и технических условий на производство электромонтажных работ. Эксплуатация воздушных линий электропередачи. Эксплуатация кабельных линий электропередачи.	Экзаменационные вопросы 2.1 – 2.17
3	<b>3.</b> Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.	Комплектные распределительные устройства. Батареи статических конденсаторов. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения. Бетонные реакторы. Эксплуатация высоковольтных выключателей и приводов. Шинопроводы и токопроводы. Эксплуатация силовых трансформаторов.	Экзаменационные вопросы 3.1 – 3.17
4	<b>4.</b> Генераторы электрических станций.	Синхронные генераторы. Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Асинхронные генераторы. Асинхронизированные генераторы.	Экзаменационные вопросы 4.1 – 4.20
5	<b>5.</b> Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем.	Математическое описание установившегося режима электрической сети. Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов. Модели элементов энергосистемы в расчетах динамических режимов. Компьютерное моделирование электрических станций и электроэнергетических систем. Физические модели электростанций и электроэнергетических систем.	Экзаменационные вопросы 5.1 – 5.5

## 2. Текущий контроль

№	Вид занятия	Раздел	Тема	Форма текущего контроля
1		2	3	4
1	Лк	<b>1.</b> Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.	Тепловые электростанции. Атомные электростанции. Гидроэлектростанции. Нетрадиционные электростанции.	Лекция-консультация
2	Лк	<b>2.</b> Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.	Техническая документация, технологических инструкций, правил, норм и технических условий на производство электромонтажных работ. Эксплуатация воздушных линий электропередачи. Эксплуатация кабельных линий электропередачи.	Лекция-консультация
3	Лк	<b>3.</b> Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.	Комплектные распределительные устройства. Батареи статических конденсаторов. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения. Бетонные реакторы. Эксплуатация высоковольтных выключателей и приводов. Шинопроводы и токопроводы. Эксплуатация силовых трансформаторов.	Лекция-консультация
4	ПЗ		Типы электрооборудования распределительных устройств электростанций и подстанций.	Анализ конкретных ситуаций
5	Лк	<b>4.</b> Генераторы электрических станций.	Синхронные генераторы. Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Автоматическое регулирование возбуждения. Асинхронные генераторы. Асинхронизированные генераторы.	Лекция-консультация
6	ПЗ		Автоматическое управление включением синхронного генератора на параллельную работу с системой бесконечной мощности. Автоматическое управление режимом одномашиной электрической системы, работающей параллельно с электрической системой.	Анализ конкретных ситуаций
7	Лк	<b>5.</b> Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем.	Математическое описание установившегося режима электрической сети. Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов. Модели элементов энергосистемы в расчетах динамических режимов. Компьютерное моделирование электрических станций и электроэнергетических систем. Физические модели электростанций и электроэнергетических систем.	Лекция-консультация
8	ПЗ		Расчет и моделирование установившихся режимов электроэнергетических систем.	Анализ конкретных ситуаций

### 3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «2.1.3 Электроэнергетика» проводится в форме экзамена.

<i>№ n/n</i>	<i>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ</i>	<i>№ и наименование раздела (согласно р.3)</i>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	1.1. Тепловые электростанции. 1.2. Паротурбинные конденсационные станции. 1.3. Газотурбинные станции. 1.4. Атомные электростанции. 1.5. Гидроэлектростанции. 1.6. Нетрадиционные электростанции	<b>1.</b> Участие электростанций различных типов в производстве электроэнергии.
<b>2.</b>	2.1. Приемо-сдаточная документация: проверка, измерение, осмотры и испытания ВЛ перед сдачей в эксплуатацию. 2.2. Текущие и капитальные ремонты, объем ремонтов. 2.3. Защита линий от перенапряжений. 2.4. Организация и технология ремонтных работ на воздушных линиях. 2.5. Охрана труда и техника безопасности при сооружении ВЛ. 2.6. Вертикальные и горизонтальные габариты ВЛ, измерение стрелы провеса проводов в пролетах пересечения. Перегрузка ВЛ в условиях эксплуатации. Отыскание мест повреждения на трассе. 2.7. Обходы и осмотры ВЛ, сроки и объем осмотров, очистка трассы ВЛ, осмотры ВЛ в ночное время, внеочередные осмотры. 2.8. Ревизия и замена трубчатых разрядников. 2.9. Условия работы КЛ. 2.10. Испытание изоляции кабелей повышенным напряжением: преимущественно испытания кабеля постоянным током перед переменным, скорость подъема напряжения до испытательной величины. 2.11. Основные виды и причины повреждения кабелей и кабельных сооружений. 2.12. Охрана труда и техника безопасности при монтаже КЛ. 2.13. Задачи и организация технической эксплуатации и ремонта кабельных линий. 2.14. Определение мест повреждений, установление характера повреждения кабелей с помощью мегаомметра, таблицы и схемы для определения характера повреждения, прожигание места повреждения изоляции кабеля при заплывающем пробое изоляции. 2.15. Петлевой, емкостный, импульсный, акустический и индукционный методы определения места повреждения кабеля. 2.16. Эксплуатация КЛ: осмотры, контроль за уровнем блуждающих токов на трассе, проходящей в районе электрифицированного рельсового транспорта, контроль за нагревом и состоянием изоляции кабелей и мероприятия по их защите. 2.17. Работы на трассах в условиях эксплуатации.	<b>2.</b> Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередач.
<b>3.</b>	3.1. Комплектные распределительные устройства КРУ, КСО, КРУН, КРН. Требования СНиП к монтажу, монтаж и эксплуатация КРУ. 3.2. Сроки и объем профилактических испытаний оборудования распределительных устройств и подстанций. 3.3. Монтаж и эксплуатация батарей статических конденсаторов и соответствующие им правила безопасности. 3.4. Трансформаторы тока: конструкции и марки трансформаторов тока, проверка, маркировка и испытания перед монтажом, определение целостности обмоток и коэффициента трансформации, проверка состояния витковой изоляции и испытание напряжением частотой 50	<b>3.</b> Электрооборудование распределительных устройств электростанций и подстанций.

<p>Гц, методы сушки и сушка трансформаторов тока, схема сушки однофазным током. Испытание встроенных трансформаторов тока.</p> <p>3.5. Эксплуатация измерительных трансформаторов. Трансформаторы напряжения: конструкции и марки, осмотр и ревизия перед монтажом, электрические испытания перед монтажом, измерение сопротивления изоляции обмоток и испытание повышенным напряжением 50 Гц, определение состояния стали и витковой изоляции, коэффициента трансформации, измерение коэффициента адсорбции, методы сушки и сушка трансформаторов напряжения методом индукционных потерь в баке трансформатора.</p> <p>3.6. Бетонные реакторы: конструкции, марки, установка (горизонтальная, ступенчатая, вертикальная с верхними упорами и без них), осмотр, ревизия перед монтажом и порядок монтажа, ремонт бетонных колонок, процесс сушки и сушка методом индукционных потерь. Эксплуатация реакторов. Требования ПУЭ и СНиП к сборке и установке выключателей.</p> <p>3.7. Контакты выключателей: конструкция, монтаж контактной системы. Переходное сопротивление (сопротивление сужения) контактов. Зависимость переходного сопротивления контактов от температуры и давления. Требования, предъявляемые к материалам контактов. Металлокерамические наплавки. Величина тока сваривания контактов, зависимость ее от силы нажатия. Регулировка и ревизия контактов.</p> <p>3.8. Приводы выключателей. Типы и конструкции.</p> <p>3.9. Шинопроводы и токопроводы. Типы и конструкции шинопроводов: магистральных - ШМА, ШМАД, ШЗМ, распределительных - ШРА, осветительных - ШОС, ШРМ, троллейных - ШТА, ШТМ. Назначение и конструкция отдельных секций шинопроводов. Осмотр, проверка и комплектование шинопроводов.</p> <p>3.10. Комплектование распределительных шинопроводов аппаратами, отключающими присоединение к ним ответвления. Прокладка и закрепление шинопроводов. Типы креплений (на кронштейнах, подвесах, опорах). Расположение шинопроводов в цехе, их испытание и эксплуатация.</p> <p>3.11. Транспортировка, погрузка и разгрузка трансформаторов, подразделение трансформаторов на группы при транспортировке. Хранение на монтажной площадке трансформаторов, прибывших в собранном виде и отдельными узлами, проверка трансформаторов при хранении на монтажной площадке, проверка герметичности.</p> <p>3.12. Ревизия трансформаторов с подъемом выемной части при различных температурах окружающей среды, время нахождения выемной части трансформаторов мощностью до 10 МВА на воздухе в зависимости от влажности воздуха. Ревизия трансформаторов мощностью более 10 МВА с напряжением 110 кВ и выше. Объем работ по ревизии с подъемом выемной части, проверка сопротивления изоляции обмоток и степени их увлажнения.</p> <p>3.13. Технология доливки и заливки трансформаторов маслом, взятие проб масла после заливки и отстоя. Оценка возможности включения вновь вводимых трансформаторов без сушки. Сушка силовых трансформаторов методом индукционных потерь в стали бака (одно- и трехфазным током), током нулевой последовательности, в специальных печах с различными нагревателями, в теплосетях и специальных камерах горячим воздухом. Режим сушки.</p> <p>3.14. Наблюдение за работой, нормальная и аварийная нагрузка трансформаторов.</p> <p>3.15. Осмотр и ремонты трансформаторов: осмотры без отключения, внеочередные осмотры.</p> <p>3.16. Условия немедленного вывода трансформатора из работы, основные наиболее характерные неисправности трансформаторов, их причины и признаки.</p>	
--	--

	3.17.Производство осмотров в дневное и ночное время, внеочередные осмотры, текущий и капитальный ремонт РУ и подстанций.	
4.	4.1. Синхронные генераторы. 4.2. Турбогенераторы. 4.3. Гидрогенераторы. 4.4. Системы охлаждения генераторов. 4.5. Косвенные системы охлаждения. 4.6. Непосредственное (форсированное) охлаждение. 4.7. Системы возбуждения генераторов. 4.8. Электромашинные системы возбуждения. 4.9. Независимое высокочастотное возбуждение с полупроводниковыми выпрямителями. 4.10. Независимое тиристорное возбуждение. 4.11. Бесщеточное независимое возбуждение. 4.12. Самовозбуждение с полупроводниковыми преобразователями. 4.13. Автоматическое гашение поля. 4.14. Автоматическое регулирование возбуждения. 4.15. Релейная форсировка возбуждения. 4.16. Компаундирование возбуждения генераторов. 4.17. Асинхронные генераторы. 4.18. Асинхронизированные генераторы (АСГ). Устройство и принцип действия АСГ. 4.19. Применение АСГ. Системы возбуждения АСГ. 4.20. Устойчивость работы АСГ.	4. Генераторы электрических станций.
5.	5.1 Математическое описание установившегося режима электрической сети. 5.2. Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов. 5.3. Модели элементов энергосистемы в расчетах динамических режимов. 5.4. Компьютерное моделирование электрических станций и электроэнергетических систем. 5.5. Физические модели электростанций и электроэнергетических систем	5. Моделирование электрических станций и электроэнергетических систем.

#### 4. Критерии и показатели оценивания

<i>Показатели</i>	<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
<b>Знать</b> — методы математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники; — схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций, схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, электрооборудования высокого напряжения, основные схмотехнические решения устройств силовой электроники; — инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере научно-исследовательской деятельности по электроэнергетике; <b>Уметь</b> — применять методы математического анализа при проведении научных исследований;	<b>отлично</b>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал и демонстрирует: - всестороннее знание программного материала; - умение правильного применения основных положений программного материала; - владеет всеми навыками, полученными в ходе изучения программного материала.
	<b>хорошо</b>	Обучающийся демонстрирует: -недостаточно полное знание программного материала; - применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.
	<b>удовлетворительно</b>	Обучающийся демонстрирует частичное знание программного материала и допускает ошибки в

<p>– использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ;</p> <p>– разрабатывать методики проведения научных экспериментов с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики;</p> <p>– планировать эксперименты для решения определенной задачи научной деятельности;</p> <p><b>Владеть</b></p> <p>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;</p> <p>– навыками расчета параметров электроэнергетических и электротехнических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения;</p> <p>– навыками использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении научно-исследовательских задач электроэнергетики.</p>	<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>ответе.</p> <p>Обучающийся допустил существенные ошибки при ответе на вопросы, на дополнительные вопросы давал неправильные ответы; все вышеуказанные разделы не усвоены.</p>
---	-----------------------------------	--

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_\_-20\_\_\_ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 №951

Учебный план 2023 года начала подготовки утвержден приказом ректора от 17.02.2023 №69

**Программу составил:**

Булатов Ю.Н., заведующий кафедрой энергетики, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Энергетики

от «21» апреля 2023 г., протокол №10

Заведующий кафедрой Энергетики \_\_\_\_\_ Булатов Ю.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник

Управления аспирантуры и докторантуры \_\_\_\_\_ Е.В. Нестер

Ответственный за реализацию ОПОП \_\_\_\_\_ Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Регистрационный № 632