

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрические станции и подстанции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И**  
**ПОДСТАНЦИЙ**


<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.10
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Поляков А.М.
	Идентификатор	R4a9cc249-PoliakovAM-44585360

(подпись)


А.М. Поляков

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Поляков А.М.
	Идентификатор	R4a9cc249-PoliakovAM-44585360


(подпись)

А.М. Поляков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Монаков Ю.В.
	Идентификатор	R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea

(подпись)

Ю.В. Монаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение и исследование эксплуатационных и аварийных режимов работы синхронных и асинхронных машин электростанций и подстанций, освоение методик расчёта параметров электрических машин и их режимов

### Задачи дисциплины

- научиться анализировать и рассчитывать модельные параметры синхронных генераторов и асинхронных электродвигателей;
- научиться рассчитывать и анализировать нормальные режимы работы синхронных генераторов и асинхронных электродвигателей;
- научиться рассчитывать и анализировать аварийные режимы асинхронных электродвигателей, синхронных генераторов с учетом систем регулирования.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность применительно к электростанциям и подстанциям	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований	знать: - способы оценки режимов синхронных генераторов и асинхронных двигателей; - принципы работы систем регулирования турбогенератора; - методики оценки параметров синхронных генераторов и асинхронных двигателей.  уметь: - рассчитывать параметры схем замещения синхронных генераторов и асинхронных двигателей; - оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические станции и подстанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать принцип работы и основные характеристики синхронных и асинхронных машин
- знать принципы построения главной схемы электростанции и схемы электроснабжения собственных нужд
- знать методы расчета переходных процессов в линейных цепях переменного синусоидального тока
- уметь рассчитывать действующее значение тока короткого замыкания в цепи с синхронным генератором
- уметь рассчитывать переходной процесс в линейных электрических цепях синусоидального тока

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Раздел 1	22	1	4	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 1, 2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], ЛР № 1,2	
1.1	Регуляторы и полупроводниковые преобразователи	22		4	8	-	-	-	-	-	-	10	-		
2	Раздел 2	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> № 1 п.1 <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 3 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 263–275 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 263–275 [3], ЛР № 3
2.1	Параметры, схемы и режимы асинхронных двигателей	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Раздел 3	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> № 1 п.2 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 5–21 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 5–21
3.1	Анализ математического описания переходных режимов синхронного генератор	12	2	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-		
4	Раздел 4	26	2	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> № 4 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 115–129 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 115–129 [3], ЛР № 4	
4.1	Системы возбуждения турбогенераторов	26	2	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-		

5	Раздел 5	26		4	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> № 2 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [2], стр. 385–404 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 385–404 [4], 140 - 152
5.1	Нормальные, асинхронные и несимметричные режимы турбогенераторов	26		4	-	6	-	-	-	-	-	16	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	16	16		2	-		0.5		93.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Раздел 1

##### 1.1. Регуляторы и полупроводниковые преобразователи

Основные динамические и нелинейные звенья, используемые при моделировании систем регулирования. П, ПИ, ПИД-регуляторы. Полупроводниковые преобразователи, используемые в качестве исполнительного механизма систем управления электрических машин. Элементная база. Трехфазные тиристорные выпрямители, внешняя и регулировочные характеристики. Трехфазные инверторы. Гистерезисное и ШИМ регулирование. Четырехквadrантные преобразователи..

#### 2. Раздел 2

##### 2.1. Параметры, схемы и режимы асинхронных двигателей

Параметры схемы замещения и режимы асинхронных двигателей. Анализ режимов при КЗ, пусках, изменениях напряжения и перерывах питания двигателя, переходе на резервное питание. Системы охлаждения и тепловые режимы. Механизмы с асинхронным электроприводом напряжением 6-10 кВ, назначение и использование их на электростанциях и промышленных подстанциях. Регулирование скорости асинхронного электропривода..

#### 3. Раздел 3

##### 3.1. Анализ математического описания переходных режимов синхронного генератора

Уравнения генератора. Упрощенное моделирование технологической части – первичного двигателя (турбины) и регулятора скорости. Моделирование тиристорного возбудителя и АРВСД. Каталожные данные турбогенератора. Методика расчёта параметров схемы замещения..

#### 4. Раздел 4

##### 4.1. Системы возбуждения турбогенераторов

Структурные схемы современных систем возбуждения. Внешние характеристики тиристорных и диодных возбудителей. Защита цепей возбуждения от перенапряжений. Методы гашения магнитного поля. Процесс короткого замыкания с учетом системы возбуждения..

#### 5. Раздел 5

##### 5.1. Нормальные, асинхронные и несимметричные режимы турбогенераторов

Эксплуатационные диаграммы мощности (карты режимов) турбогенераторов. Асинхронные режимы турбогенераторов. Анализ развития асинхронного режима при потере возбуждения и коротком замыкании во внешней сети. Статический и динамический годограф сопротивления генератора. Неполнофазные режимы турбогенератора..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет области нормальных режимов и несимметричные режимы турбогенератора (6 часов);
2. Гашение магнитного поля турбогенератора (2 часа);
3. Расчет переходного процесса синхронного генератора с учетом регулятора возбуждения. (2 часа);
4. Расчет параметров схемы замещения турбогенератора по каталожным данным (2

часа);

5. Расчет режима асинхронного двигателя при коротком замыкании, несимметричный режим. (2 часа);

6. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Переходные режимы работы турбоагрегата (4 часа);

2. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей (4 часа);

3. Полупроводниковые преобразователи (4 часа);

4. Макромоделирование в ПК SimInTech. ПИД-регуляторы (4 часа).

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
методики оценки параметров синхронных генераторов и асинхронных двигателей	ИД-1ПК-1		+	+			Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания 1
принципы работы систем регулирования турбогенератора	ИД-1ПК-1	+		+	+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 1 – 4
способы оценки режимов синхронных генераторов и асинхронных двигателей	ИД-1ПК-1		+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 1 – 4 Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания 2
<b>Уметь:</b>							
оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей	ИД-1ПК-1		+		+	+	Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания 2 Контрольная работа/Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя Контрольная работа/Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора
рассчитывать параметры схем замещения синхронных генераторов и асинхронных двигателей	ИД-1ПК-1		+	+			Расчетно-графическая работа/Защита расчётного задания 1

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)
2. Защита расчётного задания 2 (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ № 1 – 4 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 1 семестр.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кузнецов, Ю. П. Методы расчетов, моделирование и исследование режимов работы электрооборудования тепловых электрических станций и подстанций : монография / Ю. П. Кузнецов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 165 с.;
2. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : Учебное пособие для электротехнических и энергетических вузов / С. А. Ульянов . – М. : Энергия, 1970 . – 520 с.;
3. Расчеты режимов работы электрооборудования электрических станций с применением программных комплексов : практикум по программе "Электрические станции и подстанции" / А. А. Антонов, А. Д. Лхамдондог, Ю. В. Монаков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2226-0 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11050](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11050);
4. Крючков И.П. , Старшинов В.А. , Гусев Ю.П. - "Короткие замыкания и выбор электрооборудования", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (568 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72231).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SimInTech;
4. SmathStudio.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
15. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
16. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор,

промежуточной аттестации		экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭС-52, Преподавательская каф. ЭС	рабочее место сотрудника, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, оборудование общего пользования, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Режимы работы электроустановок электростанций и подстанций

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя (Контрольная работа)
- КМ-2 Защита расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Защита расчётного задания 2 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора (Контрольная работа)
- КМ-5 Защита лабораторных работ № 1 – 4 (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	8	12	14	16
1	Раздел 1						
1.1	Регуляторы и полупроводниковые преобразователи						+
2	Раздел 2						
2.1	Параметры, схемы и режимы асинхронных двигателей		+	+	+	+	+
3	Раздел 3						
3.1	Анализ математического описания переходных режимов синхронного генератор			+	+		+
4	Раздел 4						
4.1	Системы возбуждения турбогенераторов		+		+	+	+
5	Раздел 5						
5.1	Нормальные, асинхронные и несимметричные режимы турбогенераторов		+		+	+	+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30