

**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**  
**НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И СХЕМ ВЫДАЧИ**  
**МОЩНОСТИ**

<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.04
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 127,4 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	2 семестр - 51,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	2 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	2 семестр - 0,3 часа;
<b>Зачет с оценкой</b>	2 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Смотров Н.Н.
	Идентификатор	R6dc7f87b-SmotrovNN-444d9a91

(подпись)

**Н.Н. Смотров**

(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 методов расчета, оценки показателей и способов повышения надежности электроустановок.

### Задачи дисциплины

- изучение методов расчета и анализа структурной и функциональной надежности электроустановок;;
- научиться составлять модели схем выдачи мощности электрических станций и подстанций в программном комплексе ЕТАР;
- научиться использовать показатели надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений..

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-2 Способен применять методы анализа, разработки и обоснования технических решений в проектах электростанций и подстанций	ИД-3ПК-2 Производит оценку режимов и показателей функционирования электростанций и подстанций и их оборудования	знать: - нормы показателей надежности электроустановок; - параметры надежности элементов электроустановок; - методы расчета надежности электроустановок.  уметь: - оценивать структурной и функциональной надежности электроустановок; - разрабатывать расчетные модели для определения показателей надежности сложных систем при известных параметрах надежности для отдельных элементов.

## 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 Структурные схемы электрических станций и подстанций
- уметь Выбирать схемы распределительных устройств на основании технико-экономического расчета.

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Нормирование показателей надежности электроустановок	9	2	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-			
1.1	Нормирование показателей надежности электроустановок	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	
2	Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.	36		4	-	8	-	-	-	-	-	-	24		-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-45 [4], 50-74
2.1	Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.	36		4	-	8	-	-	-	-	-	-	24		-	
3	Методы расчета надежности электроустановок	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	
3.1	Методы расчета надежности электроустановок.	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	
4	Параметры надежности элементов электроустановок	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12		-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 7-36
4.1	Параметры надежности элементов электроустановок	18		4	-	2	-	-	-	-	-	-	12		-	

5	Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций	18		4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
5.1	Разработка и параметризация расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР. Верификация разработанных расчетных моделей.	18		4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
6	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.1	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 67-81
7.1	Учет показателей надежности при технико-экономическом	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

	обосновании проектных решений												
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	Всего за семестр	180.0	16	-	16	16	-	4	-	0.6	109.7	17.7	
	Итого за семестр	180.0	16	-	16	16	-	4	-	0.6	127.4		

**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. Нормирование показателей надежности электроустановок

#### 1.1. Нормирование показателей надежности электроустановок

Требования к эквивалентной продолжительности отключения потребителей. Требования по обеспечению индекса средней частоты отключений по системе. Требования по обеспечению индекса средней продолжительности отключений по системе..

### 2. Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.

#### 2.1. Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.

Структурная (схемная) надежность и способы ее оценки. Функциональная (режимная) надежность и способы ее оценки..

### 3. Методы расчета надежности электроустановок

#### 3.1. Методы расчета надежности электроустановок.

Методы: Монте-Карло, таблично-логический, графический (состояний и переходов)...

### 4. Параметры надежности элементов электроустановок

#### 4.1. Параметры надежности элементов электроустановок

Параметры потока отказов, времен восстановления, интенсивности и продолжительности ремонтов элементов электрических схем..

### 5. Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций

#### 5.1. Разработка и параметризация расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР.

Верификация разработанных расчетных моделей.

Разработка и параметризация расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР.

Верификация разработанных расчетных моделей..

### 6. Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций

#### 6.1. Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций

Использование программного комплекса ЕТАР для расчета показателей надежности SAIFI, SAIDI для схем выдачи мощности электрических станций..

### 7. Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений

#### 7.1. Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений

Расчет надежности схем выдачи мощности электрических станций для технико-экономического обоснования проектных решений. Расчет математического ожидания ущерба..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций;
2. Разработка расчетных моделей в программном комплексе NEPLAN для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций;
3. Параметры надежности элементов электроустановок;
4. Методы расчета надежности электроустановок;
5. Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок;
6. Нормирование показателей надежности электроустановок;
7. Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

2 Семестр

Курсовой проект (КП)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 3	4 - 5	6 - 7	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	40	30	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	40	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Разработка расчетных моделей в программном комплексе NEPLAN для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций
2	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций
3	Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений

### 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	6	7	
<b>Знать:</b>									
методы расчета надежности электроустановок	ИД-3ПК-2					+		+	Контрольная работа/Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций  /Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений
параметры надежности элементов электроустановок	ИД-3ПК-2					+			Контрольная работа/Нормирование показателей надежности электроустановок и анализ структурной и функциональной надежности электроустановок
нормы показателей надежности электроустановок	ИД-3ПК-2			+	+	+		+	/Методы расчета надежности электроустановок и параметров надежности элементов электроустановок  /Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций
<b>Уметь:</b>									
разрабатывать расчетные модели для определения показателей надежности сложных систем при известных параметрах надежности для отдельных элементов	ИД-3ПК-2	+	+					+	Контрольная работа/Нормирование показателей надежности электроустановок и анализ структурной и функциональной надежности электроустановок  Контрольная работа/Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций

оценивать структурной и функциональной надежности электроустановок	ИД-3 <sub>ПК-2</sub>			+			+	+	/Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций
--------------------------------------------------------------------	----------------------	--	--	---	--	--	---	---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы расчета надежности электроустановок и параметров надежности элементов электроустановок ()
2. Нормирование показателей надежности электроустановок и анализ структурной и функциональной надежности электроустановок (Контрольная работа)
3. Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций ()
4. Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений ()

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

*Курсовой проект (КП) (Семестр №2)*

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Трубицын, В. И. Надежность электростанций : Учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальности "Электрические станции" / В. И. Трубицын . – М. : Энергоатомиздат, 1997 . – 240 с. - ISBN 5-283-01251-4 : 30.00 .;
2. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 288 с. - ISBN 5-903072-17-8 .;
3. Фокин, Ю. А. Вероятностные методы в расчетах надежности электрических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Кибернетика электрических систем" / Ю. А. Фокин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1983 . – 216 с.;

4. Жуков В. В.- "Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (519 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72329](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72329).

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Acrobat Reader.

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

1. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
3. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 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-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 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 промежуточной аттестации	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
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-53, Преподавательская каф. ЭС	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, документы, журналы
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

### Надежность электроустановок и схем выдачи мощности

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Нормирование показателей надежности электроустановок и анализ структурной и функциональной надежности электроустановок (Контрольная работа)
- КМ-2 Методы расчета надежности электроустановок и параметров надежности элементов электроустановок
- КМ-3 Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций (Контрольная работа)
- КМ-4 Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций
- КМ-5 Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	5	7	9	11
1	Нормирование показателей надежности электроустановок						
1.1	Нормирование показателей надежности электроустановок		+		+		
2	Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.						
2.1	Анализ структурной и функциональной надежности электроустановок.		+		+		
3	Методы расчета надежности электроустановок						
3.1	Методы расчета надежности электроустановок.			+		+	
4	Параметры надежности элементов электроустановок						
4.1	Параметры надежности элементов электроустановок			+		+	
5	Разработка расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций						
5.1	Разработка и параметризация расчетных моделей в программном комплексе ЕТАР. Верификация разработанных расчетных моделей.		+	+	+	+	+
6	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций						

6.1	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций				+	
7	Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений					
7.1	Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	10	30	30	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Надежность электроустановок и схем выдачи мощности**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Разработка расчетных моделей в программном комплексе NEPLAN для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций
- КМ-2 Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций
- КМ-3 Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	3	5	7
1	Разработка расчетных моделей в программном комплексе NEPLAN для расчета надежности схем выдачи мощности электрических станций		+		
2	Проведение расчетов надежности для различных схем выдачи мощности электрических станций и подстанций			+	
3	Учет показателей надежности при технико-экономическом обосновании проектных решений				+
Вес КМ, %:			40	30	30