

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал в г. Душанбе (Республика Таджикистан)**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжения

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная



**Рабочая программа дисциплины**  
**НАДЁЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Численность дисциплины по учебному плану	Б1.В.??
Трудоемкость в зачетных единицах	8 семестр – 3
Часов (всего) по учебному плану	108
Лекции	8 семестр – 28 часа
Практические занятия	8 семестр – 14 часа
Лабораторные работы	учебным планом не предусмотрены
Консультации по курсовому проекту/ работе:	
групповые	учебным планом не предусмотрены
индивидуальные	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	8 семестр – 30 часов
включая:	
РГР	8 семестр – 12,5 часов
Промежуточная аттестация:	
экзамен	8 семестр – 2,5 часа
Контроль:	
экзамен	8 семестр – 33,5 часов

Душанбе 2025

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры  
электроэнергетики, к.т.н.  
\_\_\_\_\_  
(должность, ученая степень, ученое звание)

Заведующий \_\_\_\_\_ кафедрой  
электроэнергетики к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_  
(название кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Х.Б. Назиров  
\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Х.Б. Назиров  
\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью дисциплины является** получение знаний о современной теории надёжности в технике и энергетике и применении её методов в электроэнергетических системах.

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение и освоение теоретических основ функционирования сложных электроэнергетических систем, прогнозирования и анализа их режимов и надёжности;
- изучение факторов, влияющих на уровень надёжность электротехнического оборудования и объектов электроэнергетических систем;
- освоение методов и способов определения уровня надёжности электроэнергетических систем и их частей.

**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-4. Способен принимать участие в проектировании электроэнергетических систем и сетей в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	ИД-1пк-4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, разработку конкурентно-способных вариантов технических решений электрической сети с учётом режимных и технических ограничений и требований по надёжности.	<b>Знать:</b> основные понятия и определения теории надёжности электроэнергетических систем, характеристики надёжности элементов; математические модели отказов и восстановления элементов электроэнергетических систем и сетей, факторы, влияющие на длительность перерывов передачи электроэнергии и перерывов электроснабжения; методы расчёта надёжности сложных электроэнергетических систем и сетей, с учётом аварийных и послеаварийных режимов и состояний систем.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p><b>Уметь:</b>  составлять расчётные схемы для определения показателей надёжности сложных электроэнергетических объектов;  расчитывать показатели надёжности электроэнергетических систем с использованием методов структурного анализа и вероятностного анализа режимов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электроэнергетические системы и сети», «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Экономика энергетики».

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам/)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы						СР		Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Введение в надёжность ЭС. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем	10	8	4	2	-	-	-	-	4	-	[1] гл. 1	
2	Моделирование событий, состояний и элементов ЭС при анализе надёжности	20	8	8	4	-	-	-	-	8	-	[1] гл. 2	
3	Методы расчёта показателей структурной надёжности ЭС	20	8	8	4	-	-	-	-	8	-	[1] гл. 3. Выполнение 1 части домашней работы	
4	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭС	10	8	4	2	-	-	-	-	4	-	[1]. Гл. 4. Выполнение 2 части домашней работы	
5	Надёжность основного электротехнического оборудования	12	8	4	2	-	-	-	-	6	-	[2] П. 43.8	
	Экзамен	36	8	-	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>33,5</b>	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

## 3.2. Краткое содержание разделов

### 8 семестр

#### 1. Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроснабжения

Основные проблемы российского электросетевого комплекса с точки зрения надёжности и направления работ по их решению. Взаимосвязь электроэнергетической системы с другими инфраструктурами. Реакция различных потребителей на перерывы электроснабжения. События и состояния, характеризующие надёжность систем электроэнергетики. Классификация отказов. Иерархические уровни анализа надёжности электроснабжения

#### 2. Моделирование событий, состояний и элементов ЭС при анализе надёжности

Случайные события, влияющие на надёжность электроэнергетической системы. Совместимые и несовместимые события. Зависимые и независимые события. Биномиальное распределение. Закон Пуассона. Их применение в задачах надёжности. Характеристика жизненного цикла для невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов. Показательное распределение. Модели отказов и восстановлений. Модель отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Поток отказов и восстановлений. Граф перехода состояний. Составление дифференциальных уравнений. Стационарные значения вероятности. Модель отказов и восстановлений схемы, состоящей из последовательно соединённых элементов. Модель отказов и восстановлений схемы, состоящей из параллельно соединённых элементов. Модель преднамеренных отключений в резервированной схеме. Модель преднамеренных отключений для группы последовательно соединённых элементов. Модель надёжности сложных схем. Метод путей и сечений.

#### 3. Методы расчёта показателей структурной надёжности ЭС

Составление расчетного графа для анализа надёжности сложной схемы. Структурная надёжность. Состояния полного отказа и безотказной работы схемы. Основные допущения при анализе структурной надёжности. Зависимые и независимые отказы. Понятие перехода отказа. Вероятность перехода отказа. Определение показателей надёжности сечений. Отказы в исходной и ремонтной схеме. Надёжность распределительных сетей. Особенности расчета, общесистемные показатели надёжности.

#### 4. Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭС

Балансовая надёжность. Определение недоотпуска электроэнергии при дефиците активной мощности в системе. Балансовая надёжность. Моделирование нагрузки и генерации. Определение состояний с дефицитом мощности в системе. Балансовая надёжность. Расчетные модели энергосистем их различие и области применения. Балансовая надёжность. Резерв установленной мощности в энергосистеме. Определение величины резерва.

### 5. Надежность основного электротехнического оборудования

Основные причины отказов воздушных ЛЭП и влияющие факторы. Обслуживание и контроль состояния воздушных ЛЭП

Основные причины отказов трансформаторов и влияющие факторы. Обслуживание и контроль состояния трансформаторов

Основные причины отказов выключателей и влияющие факторы. Обслуживание и контроль состояния выключателей

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

##### **8 семестр**

Определение показателей надёжности электрооборудования ЭС и ОЭС на основе статистической информации (2 часа).

Моделирование восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов. Построение диаграмм состояний. Моделирование старения и износа оборудования (4 часов).

Расчёт показателей надёжности простейших ЭС. Расчет показателей надёжности схем ЭС методом структурного анализа (4 часа)

Расчет балансовой надежности и дефицита мощности (2 часов).

Определение системных показателей надежности распределительных сетей (2 часа).

#### **3.4. Темы лабораторных работ**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание

**Тематика расчетного задания**

##### **8 семестр**

Расчет надежности системы электроснабжения

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

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом I)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> основные показатели надежности электроснабжения и электротехнического оборудования, характеристики надежности элементов	ИД-1пк-4	X				X	Контрольная работа «Определение показателей надежности оборудования»
математические модели отказов и восстановления элементов электроснабжения и сетей, факторы, влияющие на длительность перерывов передачи электроэнергии и перерывов электроснабжения	ИД-1пк-4		X				Контрольная работа «Построение диаграмм состояний и определение показателей надежности»
методы расчета надежности сложных электроснабжения и сетей, с учетом аварийных и пославарийных режимов и состояний систем	ИД-1пк-4			X			Контрольная работа «Определение показателей надежности простейших систем»
<b>Уметь:</b> составлять расчетные схемы для определения показателей надежности сложных электроэнергетических объектов	ИД-1пк-4			X			Выполнение РГР (часть 1)
расчитывать показатели надежности электроснабжения с использованием методов структурного анализа и вероятностного анализа режимов	ИД-1пк-4				X		Выполнение РГР (часть 2)

#### **4. КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

**8 семестр**

– контрольные работы:

1. Контрольная работа «Определение показателей надёжности оборудования»
2. Контрольная работа «Построение диаграмм состояний и определение законов изменения показателей надёжности»
3. Контрольная работа «Определение показателей надёжности простейших систем»

– выполнение РГР

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

**8 семестр**

Выполнение расчетного задания, экзамен

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной

В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр

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

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

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

1. Фокин Ю.А. Вероятностные методы в расчётах надёжности электрических систем / М.: Изд-во МЭИ, 1983.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / и др. ; Ред. В. Г. Герасимов ; Гл. ред. И. Н. Орлов . – 8-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 964 с. - ISBN 5-7046-0750-0 .
3. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях : Учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальностям "Электроэнергетические системы и сети" и "Электроснабжение(по отраслям)" / В. В. Ежков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – М. : Высшая школа, 1999 . – 352 с. - ISBN 5-06-003329-5:32.20.
4. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: Учебник для вузов / Е. С. Вентцель . – 5-е изд., стереотип . – М. : Высшая школа, 1998 . – 576 с. : 17.00 .

**5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** Microsoft Windows, Microsoft Office.

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.nisru.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ  
<https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ  
<http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и практических занятий.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надёжность электроснабжения

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа «Определение показателей надёжности оборудования»  
 КМ-2 Контрольная работа «Построение диаграмм состояний и определение показателей надёжности»  
 КМ-3 Контрольная работа «Определение показателей надёжности простейших систем»  
 КМ-4 Выполнение РГР (часть 1)  
 КМ-5 Выполнение РГР (часть 2)

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:					
1	Введение в Надёжность электроснабжения. Показатели надёжности элементов и электроснабжения		+				
2	Моделирование событий, состояний и элементов ЭС при анализе надёжности			+			
3	Методы расчёта показателей структурной надёжности ЭС				+	+	
4	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭС						+
5	Надёжность основного электротехнического оборудования		+				
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20