

**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: Контрольно-надзорная деятельность в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.13.02.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 113,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ванин А.С.
	Идентификатор	Rd4f34a31-VaninAS-037682a9

(подпись)

А.С. Ванин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных принципов управления надежностью электроэнергетических систем.

### Задачи дисциплины

- изучение классификации составляющих элементов и номенклатуры параметров, характеризующих системную надежность электроэнергетических систем;
- изучение математических моделей надежности элементов систем электроснабжения;
- формирование знаний об основных принципах обеспечения надежности электроэнергетических систем;
- приобретение навыков проведения расчета и нормирования параметров, характеризующих надежность электроэнергетических систем.

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 обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях	ИД-9 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания о принципах действия, особенностях конструкций и режимах работы электрических сетей и энергетического оборудования	знать: - основные принципы обеспечения надежности электроэнергетических систем; - показатели и методы анализа надежности электроэнергетических систем.
ПК-2 Способен обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях	ИД-10 <sub>ПК-2</sub> Способен оценивать надёжность энергетической системы в целом и результаты технической диагностики состояния энергетического оборудования	уметь: - выполнять идентификацию элементов, определяющих вероятность нарушения работы электроэнергетических систем; - проводить расчеты параметров, характеризующих надежность энергетической системы.
ПК-3 Способен проводить оценку степени негативного воздействия на окружающую среду, разрабатывать и реализовывать мероприятия по обеспечению экологической безопасности объектов профессиональной деятельности	ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания основных типов тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС	знать: - модели элементов электроэнергетической системы в расчетах надежности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Контрольно-надзорная деятельность в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем	18	3	6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 13-26	
1.1	Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем	18		6	-	2	-	-	-	-	-	10	-		
2	Моделирование элементов системы в анализе надёжности	34		6	-	8	-	-	-	-	-	20	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 27-59 [2], 267 - 272 [4], 106-115 [5], 408-573
2.1	Моделирование элементов системы в анализе надёжности	34		6	-	8	-	-	-	-	-	20	-		
3	Методы расчёта показателей структурной надёжности электрических сетей	38		8	-	10	-	-	-	-	-	20	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 240-270
3.1	Методы расчёта	38	8	-	10	-	-	-	-	-	20	-			

	показателей структурной надёжности электрических сетей												
4	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭЭС	38	8	-	10	-	-	-	-	-	20	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 121 - 163
4.1	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭЭС	38	8	-	10	-	-	-	-	-	20	-	
5	Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
5.1	Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>80</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>113.5</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем

1.1. Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем

Особенности российского и зарубежных электроэнергетических систем с точки зрения надёжности. Взаимосвязь электроэнергетической системы с другими инфраструктурами. Реакция различных потребителей на перерывы электроснабжения. Иерархические уровни анализа надёжности электроэнергетических систем. События и состояния, характеризующие надёжность систем электроэнергетики. Классификация отказов.

#### 2. Моделирование элементов системы в анализе надёжности

2.1. Моделирование элементов системы в 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 невозстанавливаемых 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 электрических сетей

3.1. Методы расчёта показателей структурной надёжности электрических сетей

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 ЭЭС

4.1. Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭЭС

Балансовая надёжность. Определение недоотпуска электроэнергии при дефиците активной мощности в системе. Моделирование нагрузки и генерации. Определение состояний с дефицитом мощности в системе. Расчетные модели энергосистем их различие и области применения. Резерв установленной мощности в энергосистеме. Определение величины резерва. Расчет балансовой надёжности в многозонных энергосистемах. Расчет балансовой надёжности методами Монте-Карло.

#### 5. Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности

5.1. Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности

Российские нормативы и стандарты в области надежности электроэнергетических систем. Зарубежный опыт нормативного обеспечения вопросов надежности электроэнергетических систем. Основные принципы обеспечения надежности электроэнергетических систем..

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

1. Определение показателей надёжности электрооборудования ЭЭС и ОЭС на основе статистической информации;
2. Моделирование событий отказов и восстановлений. Моделирование восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов. Построение диаграмм состояний. Эквивалентирование групп элементов;
3. Расчёт показателей надёжности относительно узла нагрузки. Расчет показателей надёжности схем ЭЭС методами структурного анализа. Определение системных показателей надежности (SAIFI, SAIDI) распределительных сетей;
4. Расчет балансовой надежности однозонной энергосистемы. Моделирование нагрузки и генерации. Расчет аналитическим методом и методом Монте-Карло. Расчет балансовой надежности многозонных энергосистем.;
5. Определение нормативных значений показателей надежности.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **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>							
показатели и методы анализа надежности электроэнергетических систем	ИД-9 <sub>ПК-2</sub>	+					Контрольная работа/Показатели надежности электрических систем
основные принципы обеспечения надежности электроэнергетических систем	ИД-9 <sub>ПК-2</sub>					+	Контрольная работа/Обеспечение надежности энергетических систем
модели элементов электроэнергетической системы в расчетах надежности	ИД-3 <sub>ПК-3</sub>		+				Контрольная работа/Определение показателей надёжности простейших систем
<b>Уметь:</b>							
проводить расчеты параметров, характеризующих надежность электроэнергетической системы	ИД-10 <sub>ПК-2</sub>				+		Расчетно-графическая работа/Расчет балансовой надежности
выполнять идентификацию элементов, определяющих вероятность нарушения работы электроэнергетических систем	ИД-10 <sub>ПК-2</sub>			+			Расчетно-графическая работа/Расчет структурной надежности

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Обеспечение надежности энергетических систем (Контрольная работа)
2. Определение показателей надёжности простейших систем (Контрольная работа)
3. Показатели надежности электрических систем (Контрольная работа)
4. Расчет балансовой надежности (Расчетно-графическая работа)
5. Расчет структурной надежности (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 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 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.;
2. Электротехнический справочник. В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Общ. ред. В. Г. Герасимов, и др. ; Гл. ред. А. И. Попов . – 10-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 964 с. - ISBN 978-5-383-00338-1 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4272](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4272);
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 . – 10-е изд., стер . – М. : Высшая школа, 2006 . – 575 с. - ISBN 5-06-005688-0 .;
5. Герасимов В.Г.- "Электротехнический справочник. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2009 - (964 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003381.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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
	К-502, Компьютерный класс каф. "ИЭиОТ"	стеллаж, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для консультирования	Л-505, Кабинет сотрудников каф. "ИЭиОТ"	рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Л-509а, Методический кабинет каф. "ИЭиОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, тумба, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Управление надежностью электрических систем**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Показатели надежности электрических систем (Контрольная работа)  
 КМ-2 Определение показателей надёжности простейших систем (Контрольная работа)  
 КМ-3 Расчет структурной надежности (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-4 Расчет балансовой надежности (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-5 Обеспечение надежности энергетических систем (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	10	14	15
1	Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем						
1.1	Введение в надёжность электроэнергетических систем. Показатели надёжности элементов и электроэнергетических систем		+				
2	Моделирование элементов системы в анализе надёжности						
2.1	Моделирование элементов системы в анализе надёжности			+			
3	Методы расчёта показателей структурной надёжности электрических сетей						
3.1	Методы расчёта показателей структурной надёжности электрических сетей				+		
4	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭЭС						
4.1	Методы расчёта показателей балансовой надёжности ЭЭС					+	
5	Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности						
5.1	Нормативно-правовые основы анализа системной надёжности						+
Вес КМ, %:			10	20	30	30	10