

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

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

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

А.С. Ванин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

О.Е.
Кондратьева

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

О.Е.
Кондратьева

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 _{ПК-2} Демонстрирует знания о принципах действия, особенностях конструкций и режимах работы электрических сетей и энергетического оборудования	знать: - показатели и методы анализа надежности электроэнергетических систем; - основные принципы обеспечения надежности электроэнергетических систем.
ПК-2 Способен обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях	ИД-10 _{ПК-2} Способен оценивать надёжность энергетической системы в целом и результаты технической диагностики состояния энергетического оборудования	уметь: - проводить расчеты параметров, характеризующих надежность электроэнергетической системы; - выполнять идентификацию элементов, определяющих вероятность нарушения работы электроэнергетических систем.
ПК-3 Способен проводить оценку степени негативного воздействия на окружающую среду, разрабатывать и реализовывать мероприятия по обеспечению экологической безопасности объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-3} 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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	
	Всего за семестр	180.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	32	2	-	-	0.5	113.5			

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	
Знать:							
основные принципы обеспечения надежности электроэнергетических систем	ИД-9 _{ПК-2}					+	Контрольная работа/Обеспечение надежности энергетических систем
показатели и методы анализа надежности электроэнергетических систем	ИД-9 _{ПК-2}	+					Контрольная работа/Показатели надежности электрических систем
модели элементов электроэнергетической системы в расчетах надежности	ИД-3 _{ПК-3}		+				Контрольная работа/Определение показателей надёжности простейших систем
Уметь:							
выполнять идентификацию элементов, определяющих вероятность нарушения работы электроэнергетических систем	ИД-10 _{ПК-2}			+			Расчетно-графическая работа/Расчет структурной надежности
проводить расчеты параметров, характеризующих надежность электроэнергетической системы	ИД-10 _{ПК-2}				+		Расчетно-графическая работа/Расчет балансовой 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/elibr/view.php?id=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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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-201, 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