

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: Техническое и информационное обеспечение построения и функционирования источников питания, сетей и объектов электрического хозяйства потребителей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулага М.А.
	Идентификатор	R92f1955c-KulagaMA-fa6c493d

М.А. Кулага

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение особенностей электроснабжения ответственных потребителей при различных системах заземления и источниках питания

Задачи дисциплины

- Изучение структуры системы электроснабжения ответственных потребителей и ее элементов;
- Изучение режимов электроснабжения ответственных потребителей и их связи с параметрами схемы электроснабжения;
- Освоение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при оптимизации системы электроснабжения ответственных потребителей.

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 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-1ПК-1 Использует нормативно-техническую документацию и правила разработки комплектов проектной и рабочей документации	знать: - Методы расчета вероятностей событий, анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений на основании действующей нормативной документации.
ПК-1 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-2ПК-1 Знает существующие типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	уметь: - Применять типовые проектные решения с учетом особенностей эксплуатации, испытаний и ремонта технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности.
ПК-1 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-3ПК-1 Осуществляет выбор оборудования для системы электроснабжения, разрабатывает документацию на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объектов	знать: - Современные нормативные требования, на основании которых производится выбор оборудования для систем электроснабжения объектов.
ПК-3 Способность принимать участие в организации электрического хозяйства потребителей и обеспечении объектов электрической энергией	ИД-1ПК-3 Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов	уметь: - Формулировать технические задания, выбирать типовые решения, проектировать и эксплуатировать объекты с различными требованиями к обеспечению технологического процесса.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техническое и информационное обеспечение построения и функционирования источников

питания, сетей и объектов электрического хозяйства потребителей (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 3 зачетных единицы, 108 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	Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения	22	2	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 10-29, 52-65</p>
1.1	Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения	22		4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	
2	Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения	24		4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в	24		4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
														<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 30-51, 66-107 [2], 19-65, 227-276</p>

	законах надёжности электроснабжения													
3	Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей	22	4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей	22	4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	[4], 75-87 [5], 370-382 [6], 11-14, 324-329
4	Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания	22	4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
4.1	Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к	22	4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	[3], 5-48, 155-178 [5], 670-696

времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания													
Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
Всего за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	58	17.7	
Итого за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7		

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. Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения

1.1. Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения

Элементы теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Частота события. Вероятность достоверного события. Вспомогательные понятия. Случайная величина. Основные теоремы (теоремы сложения вероятностей, умножения вероятностей). Случайные величины и законы их распределения.

2. Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения

2.1. Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения

Основные понятия и характеристики надёжности. Система, элемент, объект. Отказ, нарушение работоспособности, критерии отказа. Свойства отказа (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, устойчивоспособность, режимная управляемость, живучесть, безопасность), Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. Причины и характер отказов объектов (аппаратная, эксплуатационная). Средства обеспечения надёжности (резервирование – структурное, функциональное, временное, информационное). Ремонт. Показатели надёжности (единичные, комплексные). Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения (биномиальное, Пуассона, показательное). Функция надёжности. Показательный закон надёжности. Нормальный закон распределения. Гамма-распределение. Распределение Вейбулла. Методы расчета показателей надёжности систем электроснабжения.. Противоаварийные меры в электрической сети. Управление электрическими сетями и электроприемниками. Расчеты числа нарушений работы потребителя в год..

3. Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей

3.1. Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей

Понятие категории бесперебойности электроснабжения. Классификация электроприемников по категориям бесперебойности электроснабжения. Понятие «ответственные потребители». Основные причины нарушения электроснабжения потребителей. Понятие «источники бесперебойного питания». Виды источников бесперебойного питания. Нормальный, автономный режимы работы и режим питания «байпас». Динамические ИБП. Статические ИБП резервного типа. Статические ИБП линейно-интерактивного типа. Статические ИБП топологии двойного преобразования. Особенности функционирования источников бесперебойного питания при внешнем коротком замыкании или перегрузке. Гибридные ИБП. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей. Система заземления TN, её модификации, схемы, преимущества и недостатки. Система заземления IT, её модификации, схемы, преимущества и недостатки. Система заземления TT, схемы, преимущества и недостатки. Возможность применения различных систем заземления в соответствии с ПУЭ.

4. Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания

4.1. Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания

Основные положения защиты от поражения электрическим током. Защитные меры при косвенном прикосновении с применением и без применения автоматического отключения питания. Анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ в соответствии с новой нормативной базой. Сопоставление ПУЭ 6-го и 7-го издания с точки зрения обеспечения защиты от поражения электрическим током путем автоматического отключения питания. Методика расчета токов КЗ в сетях с системой заземления TN и IT при питании через понижающий трансформатор и от ИБП статического типа. Методика проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении в сетях TN и IT при питании через понижающий трансформатор и от ИБП статического типа. Понятия – время токоограничения и ограниченная длина. Дополнительные мероприятия по обеспечению защиты при косвенном прикосновении при электроснабжении от источников бесперебойного питания. Рекомендации по проектированию систем электроснабжения с источниками бесперебойного питания статического типа..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет токов КЗ в сетях TN при питании через понижающий трансформатор и от источников бесперебойного питания;
2. Расчет вероятностей событий;
3. Расчет показателей надёжности систем электроснабжения;
4. Анализ работы источников бесперебойного питания различных характеристик;
5. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей;
6. Расчет токов КЗ в сетях IT при питании через понижающий трансформатор и от источников бесперебойного питания.

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	
Знать:						
Методы расчета вероятностей событий, анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений на основании действующей нормативной документации	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Контрольная работа по основным определениям и элементам теории надежности электроэнергетических комплексов
Современные нормативные требования, на основании которых производится выбор оборудования для систем электроснабжения объектов	ИД-3ПК-1			+		Контрольная работа/Контрольная работа по основным понятиям бесперебойности и системам заземления
Уметь:						
Применять типовые проектные решения с учетом особенностей эксплуатации, испытаний и ремонта технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности	ИД-2ПК-1		+			Контрольная работа/Контрольная работа по оценке надежности и выбору мероприятий для обеспечения надежности электроснабжения
Формулировать технические задания, выбирать типовые решения, проектировать и эксплуатировать объекты с различными требованиями к обеспечению технологического процесса	ИД-1ПК-3				+	Контрольная работа/Контрольная работа по источникам бесперебойного питания и проверки эффективности защит

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: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа по источникам бесперебойного питания и проверки эффективности защит (Контрольная работа)
2. Контрольная работа по основным определениям и элементам теории надежности электроэнергетических комплексов (Контрольная работа)
3. Контрольная работа по основным понятиям бесперебойности и системам заземления (Контрольная работа)
4. Контрольная работа по оценке надежности и выбору мероприятий для обеспечения надежности электроснабжения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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. Васильев И.Е.- "Надежность электроснабжения", Издательство: "МЭИ", Москва, 2014 - (174 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008096.html>;
2. Гуревич, Ю. Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя : [монография] / Ю. Е. Гуревич, К. В. Кабиков . – Москва : Элекс-КМ, 2005 . – 408 с. - ISBN 5-93815-025-6 .;
3. Долин, П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : Учебное пособие для вузов / П. А. Долин . – М. : Знак, 2000 . – 440 с. - ISBN 5-87789-052-2 : 120.00 .;
4. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для вузов по курсу "Электроснабжение промышленных предприятий" / Б. И. Кудрин . – М. : Интернет Инжиниринг, 2007 . – 672 с. - ISBN 5-89594-135-4 .;
5. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / Общ. ред. С. И. Гамазин, Б. И. Кудрин, С. А. Цырук . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 745 с. - ISBN 978-5-383-00420-3 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4217>;
6. Федоров, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров, В. В. Каменева . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984 . – 472 с..

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. 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyu-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

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	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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
Помещения для консультирования	ЭППЭ-21а, Комната сотрудников	кресло рабочее, стол преподавателя, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного	А-219/а, Кабинет сотрудников каф.	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф

инвентаря	"ЭПЭ"	для хранения инвентаря, тумба
-----------	-------	-------------------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Особенности электроснабжения ответственных потребителей

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа по основным определениям и элементам теории надежности электроэнергетических комплексов (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа по оценке надежности и выбору мероприятий для обеспечения надежности электроснабжения (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа по основным понятиям бесперебойности и системам заземления (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа по источникам бесперебойного питания и проверки эффективности защит (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	7	11	15
1	Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения					
1.1	Элементы теории вероятностей. Основные теоремы. Случайные величины и законы их распределения		+			
2	Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения					
2.1	Основные понятия и характеристики надёжности. Ремонт. Показатели надёжности. Законы распределения случайных величин в законах надёжности электроснабжения			+		
3	Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей					
3.1	Категории бесперебойности электроснабжения. Ответственные потребители. Выбор системы заземления нейтрали при питании ответственных потребителей				+	
4	Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания					
4.1	Основные положения защиты от поражения электрическим током, анализ требований к времени отключения токов повреждения в сетях 0,4 кВ. Методики					+

	расчета токов КЗ и проверки эффективности работы защиты при косвенном прикосновении при различных вариантах питания				
Вес КМ, %:		20	30	20	30