Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	7 семестр - 8 часов;
Практические занятия	7 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 160,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	7 семестр - 1,5 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Янченко С.А.
	Идентификатор	R50a3970c-YanchenkoSA-d27968f

С.А. Янченко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основных принципов анализа и обеспечения требуемых уровней качества электроэнергии систем электроснабжения различных потребителей.

Задачи дисциплины

- Изучение механизмов ухудшения качества электроэнергии в системах электроснабжения;
- Изучение методов анализа и расчета показателей качества электроэнергии систем электроснабжения;
- Приобретение навыков принятия и обоснования схемных и технических решений по обеспечению требуемых уровней показателей качества электроэнергии систем электроснабжения.

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 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-2ПК-1 умеет формировать прогнозы потребления электроэнергии и мощности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ключевые понятия качества электроэнергии и научатся применять требования ГОСТ 32144-2013 для оценки и поддержания необходимого уровня качества электроснабжения;- Методы расчета и анализа основных показателей качества электроэнергии, необходимых для оценки состояния электрических сетей, мероприятия по повышению надежности электроснабжения;- Методы контроля и оценки качества электрического снабжения. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- Выбирать и применять устройства и технологии для повышения качества электроэнергии, устраняя отклонения и улучшая надежность электроснабжения;- Организовывать процессы управления качеством электроэнергии, проводить мониторинг, анализировать данные и разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого уровня качества электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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	Основные понятия и определения	28.50	7	1.0	-	1.0	-	0.30	-	0.2	-	26	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 1-10
1.1	Качество электроэнергии. Основные понятия и определения	14.25		0.5	-	0.5	-	0.15	-	0.1	-	13	-	
1.2	Нормирование показателей качества электроэнергии в ГОСТ 32144-2013	14.25		0.5	-	0.5	-	0.15	-	0.1	-	13	-	
2	Нормирование и контроль качества электроэнергии	30.20		2	-	1.5	-	0.30	-	0.4	-	26	-	
2.1	Регулирование напряжения	15.35	1	-	1	-	0.15	-	0.2	-	13	-		
2.2	Несинусоидальность токов и напряжения	14.85	1	-	0.5	-	0.15	-	0.2	-	13	-		
3	Расчет показателей качества электроэнергии	28.10	7	2	-	1.5	-	0.40	-	0.2	-	24	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 50-60
3.1	Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками	13.75		1	-	0.5	-	0.15	-	0.1	-	12	-	
3.2	Колебания напряжения	14.35		1	-	1	-	0.25	-	0.1	-	12	-	
4	Средства улучшения качества	28.80	7	2	-	2	-	0.50	-	0.3	-	24	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>

	электроэнергии													[2], 30-40
4.1	Провалы и кратковременные исчезновения напряжения	14.45	1	-	1	-	0.25	-	0.2	-	12	-		
4.2	Современные средства для контроля и анализа качества электроэнергии	14.35	1	-	1	-	0.25	-	0.1	-	12	-		
5	Управление качеством электроэнергии	28.40	1.0	-	2	-	0.50	-	0.4	-	24.5	-		<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i>
5.1	Методы и средства обеспечения требуемого уровня показателей качества	13.95	0.5	-	1	-	0.25	-	0.2	-	12	-		[3], 100-110
5.2	Оценка вклада потребителя в общий уровень показателей качества электроэнергии	14.45	0.5	-	1	-	0.25	-	0.2	-	12.5	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7		
	Всего за семестр	180.00	8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.5	0.3	124.5	35.7		
	Итого за семестр	180.00	8.0	-	8.0		2.00		1.5	0.3	160.2			

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. Основные понятия и определения

1.1. Качество электроэнергии. Основные понятия и определения
История развития требований обеспечения качества электроэнергии.

1.2. Нормирование показателей качества электроэнергии в ГОСТ 32144-2013
Описание терминологии, номенклатуры показателей качества и анализа соответствия фактический и нормируемых характеристик режима сети.

2. Нормирование и контроль качества электроэнергии

2.1. Регулирование напряжения

Продольная и поперечная составляющие падения напряжения. Централизованное встречное регулирование уровня напряжения с помощью трансформаторов с устройством РПН. Местное регулирование напряжения с помощью источников реактивной мощности..

2.2. Несинусоидальность токов и напряжения

Методология гармонического анализа в сетях с нелинейными нагрузками. Схемные и аппаратные решения по снижению уровней несинусоидальности напряжения. Расчет уровней высших гармоник в сетях с силовыми преобразователями..

3. Расчет показателей качества электроэнергии

3.1. Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками

Методология расчета уровней несимметрии в сетях с однофазными нагрузками. Схемные и аппаратные решения по снижению уровней несимметрии напряжения. Расчет уровней несимметрии в сетях с электротермическими установками..

3.2. Колебания напряжения

Фликер, количественные характеристики и аналитические (в соответствии с ГОСТ 30804.3.3) и экспериментальные (с помощью фликерметра) методы определения дозы фликера. Методы компенсации колебаний напряжения. Расчет дозы фликера при работе резкопеременной нагрузки..

4. Средства улучшения качества электроэнергии

4.1. Провалы и кратковременные исчезновения напряжения

Общее описание источников, последствий и средств снижения негативного влияния случайных событий на уровень качества электроэнергии.

4.2. Современные средства для контроля и анализа качества электроэнергии

Описание типов, характеристик и рекомендаций по выбору фильтро-компенсирующих и фильтро-симметрирующих устройств. Методика расчета ущерба, вызванного низким уровнем качества электроэнергии.

5. Управление качеством электроэнергии

5.1. Методы и средства обеспечения требуемого уровня показателей качества

Обзор схемных и аппаратных средств улучшения качества электроэнергии в части несинусоидальности и несимметрии. Описание теоретического аппарата определения сокращения срока службы электрооборудования при работе в сетях с низким уровнем качества электроэнергии.

5.2. Оценка вклада потребителя в общий уровень показателей качества электроэнергии

Описание теоретического аппарата определения источника искажений и количественной оценки его вклада в общий уровень помех сети.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет уровней несинусоидальности напряжения цеховой сети;
2. Расчет кратковременной дозы фликера;
3. Определение сокращения срока службы электрооборудования.

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:							
Методы контроля и оценки качества электрического снабжения	ИД-2ПК-1		+				Тестирование/Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества.
Методы расчета и анализа основных показателей качества электроэнергии, необходимых для оценки состояния электрических сетей, мероприятия по повышению надежности электроснабжения	ИД-2ПК-1			+			Тестирование/Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии.
Ключевые понятия качества электроэнергии и научатся применять требования ГОСТ 32144-2013 для оценки и поддержания необходимого уровня качества электроснабжения	ИД-2ПК-1	+					Тестирование/Основные понятия качества электроэнергии
Уметь:							
Организовывать процессы управления качеством электроэнергии, проводить мониторинг, анализировать данные и разрабатывать мероприятия по обеспечению требуемого уровня качества электроснабжения	ИД-2ПК-1					+	Контрольная работа/Управление качеством электроэнергии
Выбирать и применять устройства и технологии для повышения качества электроэнергии, устраняя отклонения и улучшая надежность электроснабжения	ИД-2ПК-1				+		Контрольная работа/Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества. (Тестирование)
2. Основные понятия качества электроэнергии (Тестирование)
3. Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа (Контрольная работа)
2. Управление качеством электроэнергии (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Качество электроэнергии в электрических сетях и способы его обеспечения : учебное пособие по курсу "Передача и распределение электрической энергии" / А. П. Антипов, [и др.], Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; ред. В. Г. Федченко. – 1992. – 102 с.;
2. Жежеленко, И. В. Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко. – М. : Энергия, 1977. – 128 с.;
3. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, и др. ; ред. Ю. В. Шаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017. – 347 с. – ISBN 978-5-383-01074-7.;
4. Бурман А.П., Розанов Ю.К., Шакарян Ю.Г.- "Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (336 с.)

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007389.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. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. 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-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования	Ж-417 /2а, Помещение для	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и

и учебного инвентаря	инвентаря	курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования
----------------------	-----------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Качество электроэнергии

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные понятия качества электроэнергии (Тестирование)
 КМ-2 Нормирование качества электроэнергии. Контроль качества. (Тестирование)
 КМ-3 Расчет показателей качества. Средства улучшения качества электроэнергии. (Тестирование)
 КМ-4 Средства улучшения качества электроэнергии. Контрольная работа (Контрольная работа)
 КМ-5 Управление качеством электроэнергии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	12	16
1	Основные понятия и определения						
1.1	Качество электроэнергии. Основные понятия и определения		+				
1.2	Нормирование показателей качества электроэнергии в ГОСТ 32144-2013		+				
2	Нормирование и контроль качества электроэнергии						
2.1	Регулирование напряжения			+			
2.2	Несинусоидальность токов и напряжения			+			
3	Расчет показателей качества электроэнергии						
3.1	Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками				+		
3.2	Колебания напряжения				+		
4	Средства улучшения качества электроэнергии						
4.1	Провалы и кратковременные исчезновения напряжения					+	
4.2	Современные средства для контроля и анализа качества электроэнергии					+	
5	Управление качеством электроэнергии						
5.1	Методы и средства обеспечения требуемого уровня показателей качества						+

5.2	Оценка вклада потребителя в общий уровень показателей качества электроэнергии					+
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20