

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: Моделирование в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СПЕЦВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 20 часов;
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 73,5 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:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матвеев Д.А.
	Идентификатор	Rcb243d05-MatveevDA-f9ddc1fa

(подпись)


Д.А. Матвеев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

(подпись)

И.С. Козьмина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основ обеспечения качества электроэнергии и защиты от перенапряжений в распределительных электрических сетях.

Задачи дисциплины

- Изучение основных методов расчета несинусоидальных и несимметричных режимов в электрических сетях;
- Изучение методов расчета и анализа дуговых и феррорезонансных перенапряжений при однофазных замыканиях на землю в распределительных электрических сетях.

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-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	ИД-1 _{ПК-3} Владеет навыками работы с электроэнергетическими и электротехническими системами, устройствами силовой электроники и организации процесса обработки и анализа информации	знать: - Методы расчета и особенности несинусоидальных и несимметричных режимов в электрических сетях. уметь: - Определять параметры схем замещения элементов и рассчитывать несинусоидальные и несимметричные режимы в электрических сетях.
ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	ИД-4 _{ПК-3} Работает с универсальными моделями электроэнергетики и электротехники	знать: - Методы расчета и анализа дуговых и феррорезонансных перенапряжений в распределительных сетях. уметь: - Составлять расчетные модели распределительных сетей и выполнять анализ переходных процессов при дуговых и феррорезонансных перенапряжениях в распределительных сетях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование в электроэнергетике и электротехнике (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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Несинусоидальные режимы в электрических сетях	26	2	8	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Несинусоидальные режимы в электрических сетях и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Несинусоидальные режимы в электрических сетях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Несинусоидальные режимы в электрических сетях"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 39-43 [2], 1-2 [3], 297-324 [4], 311-313 [5], 205-280 [6], 282-284 [8], 1-2</p>
1.1	Общие сведения о несинусоидальности напряжения	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Влияние несинусоидальности напряжения на электрическую сеть и потребителей	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Методы расчета несинусоидальных режимов	10		2	2	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.4	Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несинусоидальность напряжения	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
2	Несимметричные	26		8	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>

	режимы в электрических сетях														Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
2.1	Общие сведения о несимметрии напряжений	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Несимметричные режимы в электрических сетях и подготовка к контрольной работе
2.2	Влияние несимметрии напряжений на электрическую сеть и потребителей	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Несимметричные режимы в электрических сетях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.3	Методы расчета несимметричных режимов	10	2	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Несимметричные режимы в электрических сетях"
2.4	Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несимметрию напряжений	8	2	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 43-46 [2], 1-2 [3], 280-294 [4], 306-311 [6], 274-282 [7], 13-51
3	Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю	36	10	8	4	-	-	-	-	-	-	14	-		<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
3.1	Общая характеристика режимов заземления нейтрали электрических сетей.	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю и подготовка к контрольной работе
3.2	Применение ОПН для ограничения перенапряжений в электрических сетях	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю" подготовка к выполнению заданий на практических

3.3	Однофазные замыкания на землю в распределительных сетях	12	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [9], 8-41
3.4	Процессы при однофазных замыканиях на землю в сетях с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор	8	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
3.5	Переходные процессы и перенапряжения в сетях с резистивным заземлением нейтрали	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
4	Феррорезонансные явления в распределительных сетях	20	6	4	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Феррорезонансные явления в распределительных сетях и подготовка к контрольной работе
4.1	Общая характеристика феррорезонансных явлений	8	2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Феррорезонансные явления в распределительных сетях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.2	Феррорезонансные явления в сетях с изолированной нейтралью	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Феррорезонансные явления в распределительных сетях" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [10], 115-168
4.3	Феррорезонансные явления в сетях с заземленной нейтралью	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	20	16	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	20	16	2	-	-	-	0.5	73.5		

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. Несинусоидальные режимы в электрических сетях

1.1. Общие сведения о несинусоидальности напряжения

Понятие и причины возникновения несинусоидальности напряжения. Электроприемники с нелинейной ВАХ. Разложение в ряд Фурье. Состав высших гармоник. Токи, напряжения и мощности в электрической сети с несинусоидальными источниками. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несинусоидальность напряжения. Интергармоники.

1.2. Влияние несинусоидальности напряжения на электрическую сеть и потребителей

Дополнительные потери в трансформаторах и вращающихся машинах. Перегрузка нулевых проводников кабельных линий. Дополнительные потери в конденсаторах и кабелях. Ложное срабатывание коммутационных аппаратов. Вибрации электрических машин. Влияние несинусоидальности напряжений на приборы учета..

1.3. Методы расчета несинусоидальных режимов

Подходы к расчету несинусоидальных режимов. Схемы замещения элементов сети при расчетах несинусоидальных режимов. Частотные характеристики системы электроснабжения. Резонансы напряжений и токов в системах электроснабжения. Определение мощности искажающего потребителя по условию допустимого уровня несинусоидальности напряжения.

1.4. Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несинусоидальность напряжения

Фильтрокомпенсирующие устройства. Особенности расчета и управления фильтрокомпенсирующими устройствами. Многофазные схемы преобразования. Активные фильтры. Современные многофункциональные устройства обеспечения качества электроэнергии..

2. Несимметричные режимы в электрических сетях

2.1. Общие сведения о несимметрии напряжений

Понятие и причины возникновения несимметрии напряжений в трехфазной электрической сети. Несимметричные электроприемники. Метод симметричных составляющих. Особенности схем прямой, обратной и нулевой последовательности. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несимметрию напряжений. Статическая и перемежающаяся несимметрия напряжений..

2.2. Влияние несимметрии напряжений на электрическую сеть и потребителей

Дополнительные потери электроэнергии от несимметрии напряжений. Работа потребителей с напряжением, отличающемся от номинального. Дополнительный нагрев вращающихся электрических машин. Вибрации электрических машин..

2.3. Методы расчета несимметричных режимов

Методы расчета несимметричных режимов. Схемы замещения элементов сети по прямой, обратной и нулевой последовательностям. Особенности расчета несимметрии напряжений в электрических сетях, обеспечивающих питание электрифицированных железных дорог..

2.4. Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несимметрию напряжений

Транспозиция линий электропередачи. Симметрирующий эффект конденсаторной батареи. Выбор параметров симметрирующего устройства. Применение трансформаторов со схемой соединения "Зигзаг". Применение современных средств обеспечения качества электроэнергии на базе устройств силовой электроники.

3. Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю

3.1. Общая характеристика режимов заземления нейтрали электрических сетей.

Режимы заземления нейтрали электрических сетей: изолированная нейтраль, заземление нейтрали через дугогасящий реактор, высокоомное и низкоомное резистивное заземление нейтрали. Достоинства и недостатки. Режимы заземления нейтрали в России и за рубежом. Емкостные токи замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Повышения напряжения на неповрежденных фазах при однофазных замыканиях на землю в сетях с различным заземлением нейтрали.

3.2. Применение ОПН для ограничения перенапряжений в электрических сетях

Конструкции современных нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН). Вольтамперные характеристики и энергоемкость ОПН. Принципы и процедура выбора ОПН для защиты от перенапряжений, различие подходов к выбору ОПН в сетях 6–35 кВ и 110–750 кВ. Анализ действующих методических указаний, государственных стандартов и нормативов международной электротехнической комиссии (МЭК)..

3.3. Однофазные замыкания на землю в распределительных сетях

Переходные процессы при устойчивых и перемежающихся однофазных дуговых замыканиях (ОДЗ) на землю в сетях 6–35 кВ с изолированной нейтралью, методы их расчета и анализа. Дуговые перенапряжения. Энергетические воздействия на ОПН.

3.4. Процессы при однофазных замыканиях на землю в сетях с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор

Расчетные модели электрических сетей с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор. Резонансная настройка контура нулевой последовательности сети. Ограничение восстанавливающегося напряжения на поврежденной фазе при ОДЗ. Недостатки резонансной настройки: возрастание смещения нейтрали при емкостной несимметрии, опасность недокомпенсации. Анализ требований ПУЭ, ПТЭ и инструкции по компенсации емкостных токов. Конструкции дугогасящих реакторов.

3.5. Переходные процессы и перенапряжения в сетях с резистивным заземлением нейтрали

Высокоомное и низкоомное заземление нейтрали. Расчетные модели сетей. Практические проблемы реализации комбинированного заземления нейтрали. Расчет напряжения на нейтрали при несимметричных коротких замыканиях в сети с заземленной нейтралью. Эффективное заземление нейтрали в сетях 110 кВ и выше. Компромисс между уровнями перенапряжений и токов короткого замыкания.

4. Феррорезонансные явления в распределительных сетях

4.1. Общая характеристика феррорезонансных явлений

Феррорезонансные явления в электрических цепях. Свободные колебания контура с нелинейной индуктивностью. Самонастройка феррорезонансного контура на частоту

источника. Разновидности феррорезонанса. Классификация схем, приводящих к возникновению феррорезонансных явлений.

4.2. Феррорезонансные явления в сетях с изолированной нейтралью

Феррорезонансные явления в сетях с изолированной нейтралью при устранении однофазных замыканий на землю. Явления «ложной земли» и «опрокидывания фазы». Расчетные модели трансформаторов напряжения (ТН) для анализа феррорезонансных процессов. Антирезонансные ТН. Современные требования к антирезонансным ТН.

4.3. Феррорезонансные явления в сетях с заземленной нейтралью

Классификация феррорезонансных схем. Расчетные модели и методы расчета феррорезонансных явлений в распределительных устройствах с индуктивными ТН. Конструкции современных антирезонансных ТН для распределительных устройств 110–500 кВ.

3.3. Темы практических занятий

1. Дуальные схемы замещения измерительных трансформаторов. Определение параметров расчетных моделей измерительных трансформаторов напряжения для расчета феррорезонансных явлений (2 часа);
2. Расчет параметров моделей металлического и перемежающегося дугового замыкания в сети 10 кВ. Анализ факторов, влияющих на затухание переходных процессов при однофазных замыканиях, на снижение смещения нейтрали (2 часа);
3. Разработка модели сети для расчета квазистационарных перенапряжений. Расчет перенапряжений при коротких замыканиях. Выбор наибольшего длительно допустимого напряжения ОПН по условию надежной работы при несимметричных коротких замыканиях (2 часа);
4. Расчет пропускной способности колонки варисторов ОПН. Выбор ОПН по условию надежной работы при квазистационарных перенапряжениях. Моделирование ОПН в переходных процессах (2 часа);
5. Выбор параметров симметрирующего устройства (2 часа);
6. Расчет несимметричного режима электрической сети (2 часа);
7. Выбор параметров фильтро-компенсирующего устройства (2 часа);
8. Расчет несинусоидального режима электрической сети (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование несинусоидальных режимов и способов компенсации высших гармоник в распределительных электрических сетях (4 часа);
2. Исследование несимметричных режимов и способов симметрирования напряжения в распределительных электрических сетях (4 часа);
3. Переходные процессы при однофазных замыканиях на землю в распределительных сетях (4 часа);
4. Установившиеся режимы и переходные процессы в сетях с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор (4 часа);
5. Феррорезонансные явления в распределительных сетях (4 часа).

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Несинусоидальные режимы в электрических сетях"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Несимметричные режимы в электрических сетях"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Феррорезонансные явления в распределительных сетях"

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 и особенности несинусоидальных и несимметричных режимов в электрических сетях	ИД-1 _{ПК-3}	+	+			Контрольная работа/Расчет несимметричного режима Контрольная работа/Расчет несинусоидального режима
Методы расчета и анализа дуговых и феррорезонансных перенапряжений в распределительных сетях	ИД-4 _{ПК-3}			+	+	Контрольная работа/Расчет переходных процессов при однофазном замыкании на землю Контрольная работа/Расчет феррорезонансных процессов при погасании дуги однофазного замыкания на землю
Уметь:						
Определять параметры схем замещения элементов и рассчитывать несинусоидальные и несимметричные режимы в электрических сетях	ИД-1 _{ПК-3}	+	+			Контрольная работа/Расчет несимметричного режима Контрольная работа/Расчет несинусоидального режима
Составлять расчетные модели распределительных сетей и выполнять анализ переходных процессов при дуговых и феррорезонансных перенапряжениях в распределительных сетях	ИД-4 _{ПК-3}			+	+	Контрольная работа/Расчет переходных процессов при однофазном замыкании на землю Контрольная работа/Расчет феррорезонансных процессов при погасании дуги однофазного замыкания на землю

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: Письменная работа

1. Расчет несимметричного режима (Контрольная работа)
2. Расчет несинусоидального режима (Контрольная работа)
3. Расчет переходных процессов при однофазном замыкании на землю (Контрольная работа)
4. Расчет феррорезонансных процессов при погасании дуги однофазного замыкания на землю (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

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

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. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов, и др. ; Ред. Ю. В. Шаров . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 354 с. - ISBN 978-5-383-00280-3 .;
2. Карташев, И. И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения . Способы его контроля и обеспечения : Учебное пособие по курсу "Управление качеством электроэнергии" по специальности "Электроэнергетические системы и сети" / И. И. Карташев ; Ред. М. А. Калугина ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 120 с. - ISBN 5-7046-0625-3 .;
3. Основы теории цепей : Учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / Г. В. Зевеке, и др. – 4-е изд., перераб. – М. : Энергия, 1975 . – 752 с.;
4. Токарев, Б. Ф. Электрические машины : Учебник для энергетических и энергостроительных техникумов / Б. Ф. Токарев . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 672 с.;
5. Арриллага, Дж. Гармоники в электрических системах / Дж. Арриллага, Дж. Брэдли, П. Боджер ; ред. Ю. С. Железко . – Москва : Энергоатомиздат, 1990 . – 319 с.;
6. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко . – Москва : ЭНАС, 2009 . – 456 с. - ISBN 978-5-93196-958-9 .;
7. Силаев, М. А. Исследование перемежающейся несимметрии напряжений в электрических сетях: 05.14.02 "Электрические станции и электроэнергетические системы" : диссертация кандидата технических наук / М. А. Силаев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . –

Москва, 2019 . – 129 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11194;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11194)

8. Насыров Р.Р.- "Управление качеством электроэнергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (347 с.)

[https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010747.html;](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010747.html)

9. Шведов, Г. В. Городские распределительные электрические сети: схемы и режимы нейтрали : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Г. В. Шведов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 108 с. - ISBN 978-5-383-00642-9 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2907;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2907)

10. Кадомская, К. П. Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Основные характеристики и электромагнитные процессы / К. П. Кадомская, Ю. А. Лавров, О. И. Лаптев . – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008 . – 343 с. – (Монографии НГТУ) . - ISBN 978-5-7782-1073-8 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. SimInTech.

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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>

21. Журналы научного общества **Optical Society of America (OSA)** - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база **Orbit Intelligence** компании **Questel** - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства **Oxford University Press** - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций **ProQuest Dissertations and Theses Global** - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы **Royal Society of Chemistry** - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства **SAGE Publication (Sage)** - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал **Science** - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества **Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов **Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии **Thieme Chemistry Package** компании **Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства **Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека **МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных **Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных **профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных **Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных **Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных **"Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система **«Кодекс/Техэксперт»** - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения **«Открытое образование»** - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт **Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система **«РОССИЯ»** - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-409, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-2/15, Учебная лаборатория «Режимов Электрических систем»	стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, запасные комплектующие для оборудования

	Д-201, Лаборатория Электродинамическая модель электрических систем	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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
Помещения для консультирования	З-403/6, Кабинет сотрудников каф. "ТОЭ"	стеллаж, стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	З-403/5б, Помещение каф. "ТОЭ"	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Спецвопросы электроэнергетики

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Расчет несинусоидального режима (Контрольная работа)
 КМ-2 Расчет несимметричного режима (Контрольная работа)
 КМ-3 Расчет переходных процессов при однофазном замыкании на землю (Контрольная работа)
 КМ-4 Расчет феррорезонансных процессов при погасании дуги однофазного замыкания на землю (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	8	12	16
1	Несинусоидальные режимы в электрических сетях					
1.1	Общие сведения о несинусоидальности напряжения		+	+		
1.2	Влияние несинусоидальности напряжения на электрическую сеть и потребителей		+	+		
1.3	Методы расчета несинусоидальных режимов		+	+		
1.4	Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несинусоидальность напряжения		+	+		
2	Несимметричные режимы в электрических сетях					
2.1	Общие сведения о несимметрии напряжений		+	+		
2.2	Влияние несимметрии напряжений на электрическую сеть и потребителей		+	+		
2.3	Методы расчета несимметричных режимов		+	+		
2.4	Обеспечение качества электроэнергии по показателям, характеризующим несимметрию напряжений		+	+		
3	Режимы нейтрали и их влияние на переходные процессы и перенапряжения при однофазных замыканиях на землю					
3.1	Общая характеристика режимов заземления нейтрали электрических сетей.				+	+
3.2	Применение ОПН для ограничения перенапряжений в электрических сетях				+	+
3.3	Однофазные замыкания на землю в распределительных сетях				+	+

3.4	Процессы при однофазных замыканиях на землю в сетях с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор			+	+
3.5	Переходные процессы и перенапряжения в сетях с резистивным заземлением нейтрали			+	+
4	Феррорезонансные явления в распределительных сетях				
4.1	Общая характеристика феррорезонансных явлений			+	+
4.2	Феррорезонансные явления в сетях с изолированной нейтралью			+	+
4.3	Феррорезонансные явления в сетях с заземленной нейтралью			+	+
Вес КМ, %:		25	25	25	25