

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: Электрические станции и подстанции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КООРДИНАЦИЯ УРОВНЕЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
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	Жуков В.В.
	Идентификатор	R98dc3418-ZhukovVV-e2ae1cca

В.В. Жуков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Поляков А.М.
	Идентификатор	R4a9cc249-PoliakovAM-44585360

А.М. Поляков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Монаков Ю.В.
	Идентификатор	R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea

Ю.В. Монаков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении методов координации уровней токов короткого замыкания в электрических системах, методов расчета и способов ограничения токов короткого замыкания и методик выбора электрооборудования на электрических станциях и подстанциях

Задачи дисциплины

- изучение методов выбора электрооборудования электростанций и подстанций;
- освоение методов расчета токов короткого замыкания и координацию их уровней на электростанциях, подстанциях и системах электроснабжения;
- приобретение умений анализировать динамику изменения токов короткого замыкания и определять расчетные условия выбора оборудования.

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 методы анализа, разработки и обоснования технических решений в проектах электростанций и подстанций	ИД-ЗПК-1 Производит оценку режимов и показателей функционирования электростанций и подстанций и их оборудования	знать: - методы ограничения токов короткого замыкания; - методы расчета коротких замыканий в энергетических системах при различных режимах и условиях; - методики определения параметров электротехнического оборудования. уметь: - выбирать электрооборудование с учетом многофункциональных связей между его техническими и экономическими характеристиками; - уметь определять параметры расчетных схем замещения электростанций и электрических сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические станции и подстанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать принципы работы электрических машин и электрических аппаратов
- знать принципы построения главной схемы электростанций
- знать методы расчета токов короткого замыкания
- уметь рассчитывать токи короткого замыкания в энергосистемах

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	Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения	23	3	4	-	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2] стр.307-317, [3] стр.5-19</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], 307-317 [3], 5-19</p>	
1.1	Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения	23		4	-	8	-	-	-	-	-	11	-		
2	Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения	23		4	-	8	-	-	-	-	-	11	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр.172, [3] стр.19-37</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 172 [3], 19-37</p>
2.1	Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения	23		4	-	8	-	-	-	-	-	11	-		
3	Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания	31		4	-	8	-	-	-	-	-	19	-		<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр.193-241, [2] стр.307-354</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 193-241 [2], 307-354</p>
3.1	Методы и средства ограничения токов короткого замыкания	31		4	-	8	-	-	-	-	-	19	-		

4	Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования	31	4	-	8	-	-	-	-	-	19	-	<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> [1] стр. 78-172, стр. 241-304 <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 78-172, 241-304
4.1	Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования	31	4	-	8	-	-	-	-	-	19	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32	2	-	-	-	0.5	93.5		

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. Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения

1.1. Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения

Уровни токов короткого замыкания в сетях различного напряжения. Соотношения токов однофазного и трехфазного коротких замыканий. Влияющие факторы. Распределение уровней токов короткого замыкания. Распределение плотностей сетей. Динамика изменения уровней токов короткого замыкания..

2. Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения

2.1. Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения

Влияние структуры и параметров на уровни токов КЗ. Требования к электрическим аппаратам. Требования к проводникам. Требования к силовым трансформаторам. Перспективные требования к электрооборудованию. Нормирование параметров. Предельно допустимые параметры. Модернизация оборудования. Планируемые параметры разрабатываемого оборудования. Техничко-экономические характеристики оборудования..

3. Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания

3.1. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания

Постановка задачи. Классификация методов и средств ограничения токов КЗ. Деление сети. Общие требования к токоограничивающим устройствам. Токоограничивающие реакторы. Трансформаторы и автотрансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Токоограничивающие коммутационные аппараты. Токоограничивающие устройства резонансного типа. Токоограничивающие устройства трансформаторного типа. Токоограничивающие устройства реакторно-вентильного типа. Токоограничивающие устройства со сверхпроводниками. Вставки постоянного тока и переменного тока не промышленной частоты. Ограничение токов короткого замыкания на землю. Техничко-экономические характеристики токоограничивающих устройств..

4. Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования

4.1. Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования

Расчетные условия. Методика выбора электрооборудования. Методика расчета токов короткого замыкания. Методика координации уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ (2 часа);
2. Расчет КЗ в электроустановках напряжением свыше 1 кВ (8 часов);
3. Параметры элементов расчетных схем необходимые для расчета КЗ (2 часа);
4. Расчетные условия коротких замыканий (2 часа);
5. Электродинамическое воздействие токов КЗ на проводники и электрооборудование (4 часа);
6. Термическое воздействие токов КЗ на проводники и электрооборудование (4 часа);
7. Методы и средства ограничения токов КЗ (4 часа);

8. Выбор электрооборудования и координация уровней тока короткого замыкания и параметров электрооборудования (6 часов).

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:						
методики определения параметров электротехнического оборудования	ИД-3ПК-1	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей
методы расчета коротких замыканий в энергетических системах при различных режимах и условиях	ИД-3ПК-1		+		+	Контрольная работа/Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ
методы ограничения токов короткого замыкания	ИД-3ПК-1			+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ
Уметь:						
уметь определять параметры расчетных схем замещения электростанций и электрических сетей	ИД-3ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания
выбирать электрооборудование с учетом многофункциональных связей между его техническими и экономическими характеристиками	ИД-3ПК-1		+		+	Контрольная работа/Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов

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: Защита задания

1. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр.

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. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2005 . – 416 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-1998-3 .;
2. Жуков В.В.- "Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками", Издательство: "МЭИ", Москва, 2015 - (519 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009369.html>;
3. Неклепаев, Б. Н. Координация и оптимизация уровней токов короткого замыкания в электрических системах / Б. Н. Неклепаев . – М. : Энергия, 1978 . – 152 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. 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	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, 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	ЭС-52, Преподавательская каф. ЭС	рабочее место сотрудника, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, оборудование общего пользования, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Координация уровней токов короткого замыкания

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов (Контрольная работа)
- КМ-5 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения						
1.1	Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения			+			
2	Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения						
2.1	Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения		+	+		+	
3	Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания						
3.1	Методы и средства ограничения токов короткого замыкания				+		
4	Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования						
4.1	Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования		+		+	+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20