

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: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 149,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование 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	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

(подпись)


Р.Р. Насыров

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8


(подпись)

Р.Р. Насыров

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основных технологических принципов управления электроэнергетическими режимами работы

Задачи дисциплины

- приобретение знаний по основным требованиям к параметрам электроэнергетического режима Единой энергетической системы России;
- приобретение знаний по способам поддержания параметров функционирования Единой энергетической системы России в допустимых пределах;
- освоение правил технологического функционирования электроэнергетических систем;
- приобретение знаний по структуре оперативно-диспетчерского управления, по основным задачам и функциям.

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 участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства	ИД-4 _{ПК-1} Управляет электроэнергетическими режимами работы энергосистемы.	знать: - правила технологического функционирования электроэнергетических систем; - принципы работы и основные показатели электрических станций; - требования к параметрам электроэнергетического режима ЕЭС РФ и способы поддержания параметров в допустимых пределах. уметь: - анализировать электроэнергетические режимы; - оценивать эффективность управляющих воздействий при управлении режимом электроэнергетической системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление режимами работы электроэнергетических систем (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 6 зачетных единиц, 216 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	Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем	30	2	4	-	2	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 294-313, 444-459 [3], стр. 12-23</p>
1.1	Оперативно-диспетчерское управление режимом ЕЭС России	15		2	-	1	-	-	-	-	-	12	-	
1.2	Основы планирования развития Единой энергетической системы России	15		2	-	1	-	-	-	-	-	12	-	
2	Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России	62	2	12	-	10	-	-	-	-	-	40	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России"</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p>
2.1	Основные элементы и оборудование ЕЭС России	18		4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
2.2	Режимы работы электростанций	22		4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	

	Единой энергетической системы России												<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 175-272 [3], стр. 23-27, 175-189, 227-232, 235-335
2.3	Режимы работы электроэнергетических систем	22	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	
3	Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем	56	12	-	16	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 162-276 [4], 19-48
3.1	Статическая устойчивость	28	6	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
3.2	Динамическая устойчивость	28	6	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
4	Управление режимами ЭЭС	32	4	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Управление режимами ЭЭС" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Управление режимами ЭЭС" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Управление режимами ЭЭС"
4.1	Регулирование частоты и перетоков активной мощности	16	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
4.2	Регулирование напряжения в электрической сети номинальным напряжением 110 кВ и выше	16	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	116	33.5	

	Итого за семестр	216.0		32	-	32	2	-	0.5	149.5	
--	-------------------------	--------------	--	-----------	----------	-----------	----------	----------	------------	--------------	--

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. Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем

1.1. Оперативно-диспетчерское управление режимом ЕЭС России

Структура и основные показатели Единой энергетической системы России и объединенных энергетических систем. Характеристика режимов работы Единой энергетической системы России. Структуры установленной мощности и выработки электроэнергии Единой энергетической системы России и объединенных энергетических систем. Структура оперативно-диспетчерского управления. Основные задачи и функции АО «СО ЕЭС».

1.2. Основы планирования развития Единой энергетической системы России

Основные документы по планированию развития Единой энергетической системы России. Формирования графиков ремонтов объектов диспетчеризации. Резервы активной мощности.

2. Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России

2.1. Основные элементы и оборудование ЕЭС России

Синхронные генераторы и синхронные компенсаторы. Принцип работы систем возбуждения. Форсировка возбуждения. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Схемы замещения трансформаторов различных групп соединения обмоток. Регулирование напряжения под нагрузкой. Линии электропередачи 110–750 кВ. Турбины, их типы и характеристики. Регуляторы скорости вращения турбин, регуляторы мощности. Распределительные устройства электростанций и подстанций, их главные схемы, типы. Коммутационное оборудование. Средства компенсации реактивной мощности. Электропередачи и вставки постоянного тока. Устройства гибких систем передачи переменного тока (Flexible alternative current transmission systems) и их применение в электроэнергетике.

2.2. Режимы работы электростанций Единой энергетической системы России

Тепловые схемы тепловых электростанций. Парогазовые и газотурбинные установки. Ядерные энергетические установки. Гидроэнергетические установки. Возобновляемые источники энергии.

2.3. Режимы работы электроэнергетических систем

Виды режимов работы электроэнергетических систем (установившиеся и переходные режимы). Параметры электроэнергетического режима, область допустимых режимов. Требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем: - нормативные возмущения; - требования к устойчивости энергосистем; - требования к определению максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях. Принципы определения максимально допустимых перетоков в контролируемом сечении при потере функций противоаварийной автоматики.

3. Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем

3.1. Статическая устойчивость

Методы и средства обеспечения и повышения статической устойчивости. Критерии допустимости установившегося режима (по напряжению, по току, по устойчивости).

3.2. Динамическая устойчивость

Критерии динамической устойчивости сложных электроэнергетических систем.

4. Управление режимами ЭЭС

4.1. Регулирование частоты и потоков активной мощности

Балансы мощности энергосистемы. Частотные статические характеристики энергосистемы. Виды регулирования частоты. Первичное, вторичное и третичное регулирование. Общее и нормированное первичное регулирование частоты в энергосистеме.

4.2. Регулирование напряжения в электрической сети номинальным напряжением 110 кВ и выше

Определение величин минимально допустимых и аварийно допустимых уровней напряжения в контрольных пунктах. Допустимые по величине и длительности уровни напряжения для линий электропередачи, генерирующего и электросетевого оборудования. Средства регулирования напряжения.

3.3. Темы практических занятий

1. Иерархическая структура оперативно-диспетчерского управления ЭЭС России. Алгоритм планирования развития ЭЭС России.;
2. Основные элементы и оборудование ЭЭС России. Типы электрических станций, режимы работы воздушных линий электропередач. Разновидности режимов, задачи управления режимами.;
3. Понятие статической устойчивости. Критерии статической устойчивости.;
4. Понятие динамической устойчивости. Критерии динамической устойчивости.;
5. Регулирование частоты в ЭЭС России. Виды регулирования. Оценка эффективности регулирования частоты.;
6. Регулирование напряжения. Способы регулирования напряжения. Оценка эффективности регулирования напряжения..

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:						
требования к параметрам электроэнергетического режима ЕЭС РФ и способы поддержания параметров в допустимых пределах	ИД-4ПК-1		+			Тестирование/Основные показатели работы электрических станций Тестирование/Параметры электроэнергетического режима
принципы работы и основные показатели электрических станций	ИД-4ПК-1		+			Тестирование/Основные показатели работы электрических станций Тестирование/Параметры электроэнергетического режима
правила технологического функционирования электроэнергетических систем	ИД-4ПК-1	+				Тестирование/Функционирование ЭЭС
Уметь:						
оценивать эффективность управляющих воздействий при управлении режимом электроэнергетической системы	ИД-4ПК-1				+	Тестирование/Эффективность управляющих воздействий
анализировать электроэнергетические режимы	ИД-4ПК-1			+		Контрольная работа/Анализ электроэнергетических режимов

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: Компьютерное задание

1. Основные показатели работы электрических станций (Тестирование)
2. Параметры электроэнергетического режима (Тестирование)
3. Функционирование ЭЭС (Тестирование)
4. Эффективность управляющих воздействий (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Анализ электроэнергетических режимов (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 экзаменационной 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. Рыжов, Ю. П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения : учебник для вузов по специальности "Электроэнергетические системы и сети" направления "Электроэнергетика" / Ю. П. Рыжов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 488 с. - ISBN 978-5-383-00158-5 . http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5290;
2. Веников, В. А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах / В. А. Веников . – Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1958 . – 488 с.;
3. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций. Ч. 1 Электрические аппараты и распределительные устройства : учебное пособие / А. А. Васильев . – Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1963 . – 495 с.;
4. "Анализ и синтез процессов в электромагнитных устройствах и электромеханических преобразователях энергии", Издательство: "ТГУ", Тольятти, 2015 - (78 с.) <https://e.lanbook.com/book/140203>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
Помещения для консультирования	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер,

		стилус
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Технологические основы управления режимами**

(название дисциплины)

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Функционирование ЭЭС (Тестирование)
 КМ-2 Основные показатели работы электрических станций (Тестирование)
 КМ-3 Параметры электроэнергетического режима (Тестирование)
 КМ-4 Анализ электроэнергетических режимов (Контрольная работа)
 КМ-5 Эффективность управляющих воздействий (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	4	7	10	15
1	Оперативно-диспетчерское управление режимами энергосистем						
1.1	Оперативно-диспетчерское управление режимом ЭЭС России		+				
1.2	Основы планирования развития Единой энергетической системы России		+				
2	Допустимые режимы работы основного электротехнического оборудования Единой энергетической системы России						
2.1	Основные элементы и оборудование ЭЭС России			+	+		
2.2	Режимы работы электростанций Единой энергетической системы России			+	+		
2.3	Режимы работы электроэнергетических систем			+	+		
3	Переходные режимы и устойчивость электроэнергетических систем						
3.1	Статическая устойчивость					+	
3.2	Динамическая устойчивость					+	
4	Управление режимами ЭЭС						
4.1	Регулирование частоты и потоков активной мощности						+
4.2	Регулирование напряжения в электрической сети номинальным напряжением 110 кВ и выше						+
Вес КМ, %:			5	15	10	30	40