

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: Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 59,7 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:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основ управления энергетическими режимами электрических станций и сетей электроэнергетической системы с учётом системного характера взаимодействия объектов

Задачи дисциплины

- изучение энергосистемы как объекта управления;
- изучение характеристик электропотребления в энергосистеме;
- изучение режимных свойств электростанций;
- изучение режимных свойств энергосистем;
- изучение энергетических балансов энергосистем;
- изучение вопросов оптимизации энергетических режимов энергосистем.

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 научно-исследовательской деятельности в сфере электроэнергетики	ИД-2 _{ПК-1} Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования	знать: - свойства энергосистемы как объекта управления, характеристики электропотребления в энергосистеме и режимные свойства электростанций и энергосистем.
ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-2} Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	знать: - принципы выбора структуры генерирующей мощности энергосистемы и способы оптимизации энергетических режимов энергосистем. уметь: - составлять энергетические балансы энергосистем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии (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	Энергетическая система	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Системная автоматика / А. Б. Барзам . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 446 с.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 107-118</p>	
1.1	Энергетическая система. Свойства ЭС как объекта управления.	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2	Характеристики электропотребления в энергосистеме	14		6	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
2.1	Характеристики электропотребления в энергосистеме. Графики нагрузки ЭЭС.	14		6	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
3	Режимные свойства электрических станций	12		4	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
3.1	Режимные свойства электрических станций	12	4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ,</p>	

													2014. – 294 с. 2. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов/ В.А.Веников, В.Г.Журавлев, Т.А. Филлипова - М.: Энергоатомиздат, 1990 - 352 с., ил. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 89-103
4	Режимные свойства энергосистем	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов/ В.А.Веников, В.Г.Журавлев, Т.А. Филлипова - М.: Энергоатомиздат, 1990 - 352 с., ил. 3. Режимы энергосистем: Методы анализа и управления / В. А. Баринов, С. А. Савалов. – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 440 с. - ISBN 5-283-01021-X . <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 256-273
4.1	Режимные свойства энергосистем	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов/ В.А.Веников, В.Г.Журавлев, Т.А. Филлипова - М.: Энергоатомиздат, 1990 - 352 с., ил. 3. Режимы энергосистем: Методы анализа и управления / В. А. Баринов, С. А. Савалов. – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 440 с. - ISBN 5-283-01021-X . <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 256-273
5	Балансы мощности и энергии в ЭЭС	13	6	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Системная автоматика / А. Б. Барзам . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 446 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 48-73
5.1	Балансы мощности и энергии в ЭЭС	13	6	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Системная автоматика / А. Б. Барзам . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 446 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 48-73
6	Оптимизация	13	4	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение</u>

	энергетических режимов энергосистем												<u>теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. 2. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов/ В.А.Веников, В.Г.Журавлев, Т.А. Филиппова - М.: Энергоатомиздат, 1990 - 352 с., ил. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 244-267
6.1	Оптимизация энергетических режимов энергосистем	13	4	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
7	Состав генерирующих агрегатов энергосистемы	13	4	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 424-432
7.1	Состав генерирующих агрегатов энергосистемы	13	4	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
8	Энергетическая безопасность	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 1. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 294 с. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 156-170
8.1	Энергетическая безопасность	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7		

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. Энергетическая система

1.1. Энергетическая система. Свойства ЭС как объекта управления.

Определение энергетической и электроэнергетической системы (ЭЭС). Структура ЭЭС России. Параметры режима ЭЭС. Статические и динамические свойства энергосистемы. Характеристики ЭЭС как объекта управления. Иерархическая система управления. Средства и системы управления энергообъектами. Автоматизированные системы управления. Диспетчерское управление ЭЭС..

2. Характеристики электропотребления в энергосистеме

2.1. Характеристики электропотребления в энергосистеме. Графики нагрузки ЭЭС.

Потребители электроэнергии. Электроприёмники промышленных предприятий. Графики нагрузки потребителей. Показатели электропотребления и мощности потребителей. Нагрузка энергосистемы. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки..

3. Режимные свойства электрических станций

3.1. Режимные свойства электрических станций

Категории мощности агрегатов и электрических станций. Эксплуатационные свойства электростанций. Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии. Роль ГЭС в повышении экономичности и надёжности энергосистемы. Виды энергетических характеристик. Энергетические характеристики тепловых электростанций. Способы получения энергетических характеристик. Статические характеристики станций. Эквивалентные характеристики станций..

4. Режимные свойства энергосистем

4.1. Режимные свойства энергосистем

Классификация электрических сетей. Пропускная способность сетей разных классов номинального напряжения. Ограничения пропускной способности электрической сети по статической и динамической устойчивости энергосистемы. Влияние ограничений на режимы энергосистемы.

5. Балансы мощности и энергии в ЭЭС

5.1. Балансы мощности и энергии в ЭЭС

Структура балансов мощности и энергии системы. Участие станций в энергетических балансах системы. Особенности составления балансов мощности. Особенности составления баланса электроэнергии. ГЭС в энергетических балансах. Баланс реактивной мощности. Резервы мощности.

6. Оптимизация энергетических режимов энергосистем

6.1. Оптимизация энергетических режимов энергосистем

Оптимальное управление режимами энергосистемы. Задачи оптимизации режимов. Математическая модель управления режимами. Задачи оптимального распределения нагрузки. Оптимальное распределение нагрузки между ТЭС в энергосистеме. Распределение нагрузки в энергосистеме с ТЭС и ГЭС. Распределение нагрузки между агрегатами электростанций. Распределение реактивных нагрузок. Реализация распределения нагрузки

при эксплуатации электростанций и энергосистем. Комплексная оптимизация режимов энергосистем.

7. Состав генерирующих агрегатов энергосистемы

7.1. Состав генерирующих агрегатов энергосистемы

Характеристика задачи выбора состава генерирующих агрегатов в энергосистеме. Выбор состава генерирующих агрегатов в системе с ТЭС. Особенности выбора состава генерирующих агрегатов с учётом ГЭС.

8. Энергетическая безопасность

8.1. Энергетическая безопасность

Требования к энергосистеме как инфраструктурной отрасли экономики России. Обеспечение надёжного и экономичного электроснабжения потребителей. Требования энергетической безопасности к электростанциям и электрической сети.

3.3. Темы практических занятий

1. 8. Энергетическая безопасность;
2. 7. Оптимальное распределение нагрузки между ТЭС в энергосистеме. Комплексная оптимизация режимов энергосистем;
3. 6. Математическая модель управления режимами;
4. 5. Баланс мощности и электроэнергии ЭЭС;
5. 4. Пропускная способность сетей разных классов номинального напряжения и ограничения пропускной способности;
6. 3. Энергетические характеристики станций;
7. 2. Нагрузка энергосистемы. Графики нагрузки;
8. 1. Параметры режимов ЭЭС.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов понятий и определений электроэнергетической системы, состава оборудования, решаемых задач.
2. Обсуждение материалов характеристик нагрузок и электропотребления в объединённых энергосистемах и единой энергосистеме России в целом
3. Обсуждение материалов по режимным свойствам электростанций и управлению режимом электростанции
4. Обсуждение материалов по режимным свойствам энергосистем и управления ими
5. Обсуждение материалов по балансам мощности и энергии в ЭЭС и их обеспечению
6. Обсуждение материалов по оптимизации энергетических режимов энергосистем и их средствам оптимизации
7. Обсуждение материалов по выбору состава генерирующего оборудования энергосистемы
8. Обсуждение материалов энергетической безопасности энергетического комплекса России

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	6	7	8		
Знать:											
свойства энергосистемы как объекта управления, характеристики электропотребления в энергосистеме и режимные свойства электростанций и энергосистем	ИД-2 _{ПК-1}	+	+	+	+						Тестирование/Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления
принципы выбора структуры генерирующей мощности энергосистемы и способы оптимизации энергетических режимов энергосистем	ИД-3 _{ПК-2}						+	+			Тестирование/Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем
Уметь:											
составлять энергетические балансы энергосистем	ИД-3 _{ПК-2}			+		+				+	Контрольная работа/Энергетическая характеристика электростанции Контрольная работа/Энергетический баланс ЭЭС

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. Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления (Тестирование)
2. Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Энергетическая характеристика электростанции (Контрольная работа)
2. Энергетический баланс ЭЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

В соответствии с положением о БАРС

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. Барзам, А. Б. Системная автоматика / А. Б. Барзам . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 446 с.;
2. Баринов, В. А. Режимы энергосистем: Методы анализа и управления / В. А. Баринов, С. А. Савалов . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 440 с. - ISBN 5-283-01021-X .;
3. Веников, В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : Учебник для энергетических специальностей вузов / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоиздат, 1990 . – 352 с. - ISBN 5-283-10107-0 .;
4. В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, Л. А. Солдаткина- "Электрические системы", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1971 - (439 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450000>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. SmathStudio.

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/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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-2/12(1), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, колонки звуковые, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, документы, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системные аспекты управления ЭЭС

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Свойства ЭЭС как объекта управления и характеристики электропотребления (Тестирование)
- КМ-2 Структура генерирующей мощности ЭЭС и оптимизация режимов энергосистем (Тестирование)
- КМ-3 Энергетическая характеристика электростанции (Контрольная работа)
- КМ-4 Энергетический баланс ЭЭС (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Энергетическая система					
1.1	Энергетическая система. Свойства ЭС как объекта управления.		+			
2	Характеристики электропотребления в энергосистеме					
2.1	Характеристики электропотребления в энергосистеме. Графики нагрузки ЭЭС.		+			
3	Режимные свойства электрических станций					
3.1	Режимные свойства электрических станций		+		+	+
4	Режимные свойства энергосистем					
4.1	Режимные свойства энергосистем		+			
5	Балансы мощности и энергии в ЭЭС					
5.1	Балансы мощности и энергии в ЭЭС				+	+
6	Оптимизация энергетических режимов энергосистем					
6.1	Оптимизация энергетических режимов энергосистем			+		
7	Состав генерирующих агрегатов энергосистемы					
7.1	Состав генерирующих агрегатов энергосистемы			+		

8	Энергетическая безопасность				
8.1	Энергетическая безопасность			+	+
Вес КМ, %:		20	20	30	30