

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.03.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Интервью	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Парчевский В.М.
	Идентификатор	R6b9b2230-ParchevskyVM-e733e8f

(подпись)

В.М.

Парчевский

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

(подпись)

С.В. Мезин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение общих принципов и особенностей построения и функционирования АСУ технологических процессов и объектов тепловой энергетики

Задачи дисциплины

- ознакомление со спецификой технологического оборудования тепловой энергетики как объектов управления, с алгоритмами и видами управления, с методами разработки и реализации методического, математического и технического обеспечения АСУ объектами тепловой энергетики (АСУ ОТЭ);

- ознакомление с типовыми схемами управления и регулирования основных видов технологического оборудования предприятий тепловой энергетики в различных режимах его эксплуатации;

- овладение основами разработки структуры и технической реализации автоматизированных систем различного вида и масштаба;

- освоение методов разработки математических моделей статистики технологического оборудования и их использования для оптимального управления объектом.

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 организации и эксплуатации систем управления технологическими объектами	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание основных принципов, методов и основ построения систем АСУ ТП, обеспечивающих безопасную и надежную работу объектов теплоэнергетики	знать: - методы построения статических характеристик (математических моделей) процессов и оборудования ТЭС и их использования для оптимального управления; - типовые схемы автоматизации основного и вспомогательного технологического оборудования ТЭС; - методы автоматизации режимов пуска теплоэнергетического оборудования; - принципы и методы управления энергосистемой, электростанцией, энергоблоком, агрегатом. уметь: - формулировать и решать задачи создания и эксплуатации АСУ ТП на различных этапах ее жизненного цикла; - подбирать технические средства для разрабатываемых систем управления с соответствующими характеристиками; - выбирать или разрабатывать тип и структуру системы управления в зависимости от особенностей объекта и предъявляемых требований; - разрабатывать, выбирать и использовать математические методы, модели и алгоритмы для построения систем оптимального управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Технологические защиты котлоагрегатов, Адаптивные и оптимальные системы управления, Моделирование объектов управления, АСУ ТП энергоблоков, Проектирование и эксплуатация автоматических систем, Методы имитационного моделирования, Основы автоматизации»

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	Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов	24	3	4	8	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов и подготовка к контрольной работе № 1</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 1-352</p>	
1.1	Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов	24		4	8	2	-	-	-	-	-	10	-		
2	Автоматические системы регулирования прямоточных котлов	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2.1	Автоматические системы регулирования прямоточных котлов	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-

3	Управление выбросами вредных веществ в атмосферу	24	4	8	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Управление выбросами вредных веществ в атмосферу"
3.1	Управление выбросами вредных веществ в атмосферу	24	4	8	2	-	-	-	-	-	10	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Управление выбросами вредных веществ в атмосферу" материалу.
4	Автоматизация систем подготовки топлива	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу
4.1	Автоматизация систем подготовки топлива	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Автоматизация систем подготовки топлива и подготовка к контрольной работе № 2 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация систем подготовки топлива" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 1-352
5	Автоматизация систем водоподготовки	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу
5.1	Автоматизация систем водоподготовки	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Автоматизация систем водоподготовки и подготовка к контрольной работе № 3 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация систем водоподготовки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 1-32 [4], 36-145
6	Автоматизация	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u>

	паровых и газовых турбин												Изучение материалов по разделу Автоматизация паровых и газовых турбин и подготовка к контрольной работе № 4 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация паровых и газовых турбин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 1-32
6.1	Автоматизация паровых и газовых турбин	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
7	Регулирование частоты и мощности в энергосистеме	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Регулирование частоты и мощности в энергосистеме и подготовка к контрольной работе № 5 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Повторение материала по разделу "Регулирование частоты и мощности в энергосистеме" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 1-56
7.1	Регулирование частоты и мощности в энергосистеме	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
8	Автоматизация пуска энергоблоков	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Автоматизация пуска энергоблоков" для выполнения контрольной работы № 6 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация пуска энергоблоков" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 1-56 [5], 1-200
8.1	Автоматизация пуска энергоблоков	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	16	2	-	-	-	0.5	77.5		

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. Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов

1.1. Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов

Основные контролируемые и регулируемые параметры барабанного энергетического котла. Регулирование процессов горения и парообразования. Типовые схемы автоматического регулирования: давления перегретого пара и тепловой нагрузки блочной ТЭС и ТЭС с общим паропроводом; экономичности, разрежения в топке, температуры перегретого пара, питания, непрерывной продувки и водно-химического режима.

2. Автоматические системы регулирования прямоточных котлов

2.1. Автоматические системы регулирования прямоточных котлов

Отличия прямоточного котла от барабанного с точки зрения управления. Регулирование тепловой нагрузки, температурного режима и температуры перегретого пара первичного тракта, регулирование температуры пара вторичного перегрева.

3. Управление выбросами вредных веществ в атмосферу

3.1. Управление выбросами вредных веществ в атмосферу

Особенности систем управления вредными выбросами. Эколого-экономические характеристики котлов. Разработка методического, математического и технического обеспечения подсистемы охраны атмосферы в АСУ ТП ТЭС, работающих на газомазутном и твердом топливе.

4. Автоматизация систем подготовки топлива

4.1. Автоматизация систем подготовки топлива

Автоматизация пылесистем с шаровыми барабанными и быстроходными молотковыми мельницами.

5. Автоматизация систем водоподготовки

5.1. Автоматизация систем водоподготовки

Особенности технологического оборудования систем водоподготовки с точки зрения управления. Логическое шаговое управление. Системы автоматического регулирования и управления подогревателей сетевой воды, осветлителей, механических и ионообменных фильтров, установок обратного осмоса.

6. Автоматизация паровых и газовых турбин

6.1. Автоматизация паровых и газовых турбин

Особенности турбомашин как объектов управления. Системы автоматического регулирования и управления паровых, газовых турбин и турбокомпрессоров. Противопомпажные системы.

7. Регулирование частоты и мощности в энергосистеме

7.1. Регулирование частоты и мощности в энергосистеме

Требования к качеству электроэнергии. Работа электрогенератора в энергосистеме. Статические характеристики энергоблоков. Первичное, вторичное и третичное регулирование частоты. Регулирование мощности в энергосистеме. Базовый и регулирующий режимы работы энергоблока.

8. Автоматизация пуска энергоблоков

8.1. Автоматизация пуска энергоблоков

Особенности управления пусковыми режимами. Шаговые и ситуационные алгоритмы. Пусковые схемы. Система автоматизации пуска энергоблока 300 МВт.

3.3. Темы практических занятий

1. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. (ГОСТ 21.208-2013). Кодировка KKS. Подготовка к КМ-2.;
2. Защиты лабораторных работ. Подготовка к КМ-8.;
3. Общая задача нелинейного программирования. Подготовка к КМ-7.;
4. Виды обеспечения АСУ ТП. Подготовка к КМ-6.;
5. 5-уровневая система управления. Техническое обеспечение. Подготовка к КМ-5.;
6. 5-уровневая система управления. Программное обеспечение. Подготовка к КМ-4.;
7. Мировой стандарт автоматизации промышленного предприятия. 5-уровневая система управления. Подготовка к КМ-3.;
8. Схемы. Виды и типы. (ГОСТ 2.701-2008). Подготовка к КМ-1..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 4. Использование метода динамического программирования для оптимального управления выбросами оксидов азота на ТЭС.;
2. Лабораторная работа № 3. Моделирование эколого-экономической характеристики котла при использовании рециркуляции дымовых газов в качестве атмосфероохранного воздействия.;
3. Лабораторная работа № 2. Подготовка исходных данных для моделирования эколого-экономической характеристики котла.;
4. Лабораторная работа № 1. Аппроксимация функции двух переменных..

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматические системы регулирования прямоточных котлов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Управление выбросами вредных веществ в атмосферу"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация систем подготовки топлива"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация систем водоподготовки"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация паровых и газовых турбин"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регулирование частоты и мощности в энергосистеме"

8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация пуска энергоблоков"

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:											
принципы и методы управления энергосистемой, электростанцией, энергоблоком, агрегатом	ИД-1ПК-1								+		Контрольная работа/Регулирование частоты и мощности в энергосистеме
методы автоматизации режимов пуска теплоэнергетического оборудования	ИД-1ПК-1								+		Контрольная работа/Автоматизация пуска энергоблоков
типовые схемы автоматизации основного и вспомогательного технологического оборудования ТЭС	ИД-1ПК-1				+						Контрольная работа/Автоматизация систем подготовки и подачи топлива
методы построения статических характеристик (математических моделей) процессов и оборудования ТЭС и их использования для оптимального управления	ИД-1ПК-1				+						Интервью/Аппроксимация функции двух переменных. Подготовка исходных данных для моделирования эколого-экономической характеристики котла
Уметь:											
разрабатывать, выбирать и использовать математические методы, модели и алгоритмы для построения систем оптимального управления	ИД-1ПК-1				+						Интервью/Моделирование эколого-экономической характеристики котла. Использование метода динамического программирования для управления выбросами оксидов азота
выбирать или разрабатывать тип и структуру системы управления в зависимости от особенностей объекта и предъявляемых требований	ИД-1ПК-1				+				+		Контрольная работа/Автоматизация паровых и газовых турбин
подбирать технические средства для разрабатываемых систем управления с соответствующими характеристиками	ИД-1ПК-1		+								Контрольная работа/Системы контроля и регулирования барабанных и прямоточных энергетических котлов
формулировать и решать задачи создания	ИД-1ПК-1							+			Контрольная работа/Автоматизация систем

и эксплуатации АСУ ТП на различных этапах ее жизненного цикла										ВОДОПОДГОТОВКИ
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------

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: Билеты (письменный опрос)

1. Автоматизация паровых и газовых турбин (Контрольная работа)
2. Автоматизация пуска энергоблоков (Контрольная работа)
3. Автоматизация систем водоподготовки (Контрольная работа)
4. Автоматизация систем подготовки и подачи топлива (Контрольная работа)
5. Регулирование частоты и мощности в энергосистеме (Контрольная работа)
6. Системы контроля и регулирования барабанных и прямоточных энергетических котлов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Аппроксимация функции двух переменных. Подготовка исходных данных для моделирования эколого-экономической характеристики котла (Интервью)
2. Моделирование эколого-экономической характеристики котла. Использование метода динамического программирования для управления выбросами оксидов азота (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Итоговая 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 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. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления "Автоматизированные технологии и производства" / Г. П. Плетнев . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 352 с. - ISBN 5-7046-1013-7 .;
2. Парчевский, В. М. Математическое и программное обеспечение задач управления выбросами в АСУ ТП ТЭС : лабораторный практикум по курсу "Автоматизированные системы управления объектами тепловой энергетики" / В. М. Парчевский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 32 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8976;
3. Парчевский, В. М. Управление выбросами оксидов азота газомазутной ТЭС : учебное пособие по курсу "Автоматизированные системы управления объектами тепловой энергетики" / В. М. Парчевский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ,

2018 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2041-9 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10342;

4. Живилова, Л. М. Автоматизация водоподготовительных установок и управления воднохимическим режимом ТЭС : Справочное пособие / Л. М. Живилова, В. В. Максимов . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 280 с.;

5. Елизаров Д.П.- "Тепловые электрические станции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-210/3, Компьютерный класс каф. "АСУТП"	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, доска меловая, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-210/6, Лаборатория "АСУТП"	стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, доска меловая, сервер, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-303, Учебная аудитория	стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, ноутбук
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	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер

		персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-210/8а, Архив	шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированные системы управления объектами тепловой энергетики

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Системы контроля и регулирования барабанных и прямоточных энергетических котлов (Контрольная работа)
- КМ-2 Аппроксимация функции двух переменных. Подготовка исходных данных для моделирования эколого-экономической характеристики котла (Интервью)
- КМ-3 Моделирование эколого-экономической характеристики котла. Использование метода динамического программирования для управления выбросами оксидов азота (Интервью)
- КМ-4 Автоматизация систем подготовки и подачи топлива (Контрольная работа)
- КМ-5 Автоматизация систем водоподготовки (Контрольная работа)
- КМ-6 Автоматизация паровых и газовых турбин (Контрольная работа)
- КМ-7 Регулирование частоты и мощности в энергосистеме (Контрольная работа)
- КМ-8 Автоматизация пуска энергоблоков (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	2	4	6	8	10	12	14	16
1	Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов									
1.1	Системы технологического контроля и регулирования барабанных энергетических котлов		+							
2	Автоматические системы регулирования прямоточных котлов									
2.1	Автоматические системы регулирования прямоточных котлов							+		
3	Управление выбросами вредных веществ в атмосферу									
3.1	Управление выбросами вредных веществ в атмосферу			+	+					
4	Автоматизация систем подготовки топлива									
4.1	Автоматизация систем подготовки топлива					+				
5	Автоматизация систем водоподготовки									

5.1	Автоматизация систем водоподготовки					+			
6	Автоматизация паровых и газовых турбин								
6.1	Автоматизация паровых и газовых турбин						+		
7	Регулирование частоты и мощности в энергосистеме								
7.1	Регулирование частоты и мощности в энергосистеме							+	
8	Автоматизация пуска энергоблоков								
8.1	Автоматизация пуска энергоблоков								+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	20	20