

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: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

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 - 4; 3 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
Практические занятия	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Консультации	2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	2 семестр - 77,5 часа; 3 семестр - 93,5 часа; всего - 171,0 час
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,0 час

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

(подпись)

М.Я.

Погребисский

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

(подпись)

М.А. Федин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение принципов построения, исследования и проектирования систем автоматического управления электротехнологическими установками (ЭТУ) для их использования в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины

- Ознакомление с принципами построения, структурой и характеристиками систем автоматического управления ЭТУ;

- Приобретение представлений об особенностях структуры систем управления ЭТУ различных видов, используемой элементной базе, специфике решаемых задач и методах исследования, анализа и моделирования систем управления ЭТУ;

- Приобретение умения разрабатывать концепцию системы управления ЭТУ, принимать и обосновывать технические решения при разработке систем управления ЭТУ с учетом имеющихся условий и ограничений.

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 проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления	ИД-3ПК-1 Демонстрирует умение проводить анализ и моделирование систем электропитания и автоматического управления электро-технологических установок (комплексов)	знать: - Принципы построения, структуру, методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ. уметь: - Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева; - Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава.
ПК-3 Способен принимать участие в разработке проекта системы автоматического управления электротехнологической установкой (комплексом)	ИД-1ПК-3 Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)	знать: - Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов; - Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>руднотермических печей, установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермической печью, установкой электрошлакового переплава; - Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы теории автоматического управления
- знать Основы силовых и управляющих аппаратов электротехнологических установок
- уметь Пользоваться программными средствами имитационного моделирования систем управления

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 8 зачетных единиц, 288 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	Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками	23	2	8	-	6	-	-	-	-	-	9	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Глава 1 [2], стр. 660-663</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Численное моделирование системы двухпозиционного регулирования температуры электропечи сопротивления" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление электрическими печами сопротивления" материале.</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Экспериментальное исследование системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления" необходимо предварительно проработать описание</p>	
1.1	Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками	23		8	-	6	-	-	-	-	-	-	9		-
2	Автоматическое управление электрическими печами сопротивления	58		16	12	6	-	-	-	-	-	-	24		-
2.1	Автоматическое управление электрическими печами сопротивления	58		16	12	6	-	-	-	-	-	-	24		-

														<p>лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление электрическими печами сопротивления" материале.</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Исследование системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления методом имитационного моделирования" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление электрическими печами сопротивления" материале.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое управление электрическими печами сопротивления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], Глава 9 [3], стр. 4-53 [4], стр. 4-53 [7], Работы № 6.1, 6.2 [8], Работа № 9</p>
3	Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева	27	8	4	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Численное моделирование системы автоматического регулирования мощности индукционной тигельной печи промышленной частоты" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева" материале.</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p>	
3.1	Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева	27	8	4	4	-	-	-	-	-	11	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u></p>	

														<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Глава 12 [5], стр. 4-61 [8], Работа № 10
	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	
4	Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава	60	3	8	12	10	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Исследование электромеханического регулятора мощности дуговой сталеплавильной печи методом численного моделирования" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава" материале.
4.1	Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава	60		8	12	10	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Численное моделирование исполнительного электропривода постоянного тока" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава" материале. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими

													печами и установками электрошлакового переплава" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], разделы 15.1-15.6, 15.8, 17.1-17.3, 17.5, 17.6, 17.9, 18.1-18.3 [6], стр. 4-61 [8], Работы № 11, 12 [9], стр. 3-27
5	Автоматическое управление плазменными технологическими установками	28	4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Численное моделирование регулируемого источника постоянного тока" необходимо предварительно проработать описание лабораторной работы, основываясь на изученном в разделе "Автоматическое управление плазменными технологическими установками" материале.
5.1	Автоматическое управление плазменными технологическими установками	28	4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое управление плазменными технологическими установками" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], разделы 20.1-20.3, 21.3-21.4 [8], Работа № 13
6	Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками	20	4	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками"
6.1	Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками	20	4	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], разделы 19.1, 19.2, 19.4

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	16	16	2		-		0.5		93.5	
	ИТОГО	288.0	-	48	32	32	4		-		1.0		171.0	

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. Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками

1.1. Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками

Общие понятия автоматического управления. Автоматическое регулирование. Обобщенная функциональная схема системы автоматического регулирования (САР): объект управления, регулирующее (вычислительное) устройство, исполнительное устройство, задатчик, датчик обратной связи. Управляющие и возмущающие воздействия. Устойчивость систем. Переходные процессы в системах управления (апериодические и колебательные). Показатели качества регулирования: время регулирования, колебательность, относительное перерегулирование. Статическая ошибка. Автоматическое регулирование по косвенным параметрам. Общие подходы. Пример регулирования по косвенным параметрам: стабилизация температуры нити осаждения в установке иодидного рафинирования редких металлов..

2. Автоматическое управление электрическими печами сопротивления

2.1. Автоматическое управление электрическими печами сопротивления

Системы автоматического регулирования температуры электропечей сопротивления (ЭПС). Системы двухпозиционного регулирования температуры, их динамические характеристики, зависимость амплитуды и частоты колебаний температуры от ширины петли гистерезиса релейного элемента и инерционности датчика температуры. Системы непрерывного (квазинепрерывного) регулирования температуры. Различные законы регулирования (П-, ПИ-, ПИД-), влияние закона регулирования и настроек регулятора на характер переходного процесса и качество регулирования, включая статическую ошибку. Рекомендации по настройке ПИ- и ПИД-регуляторов. Математическое описание элементов САР температуры: объекта управления (ЭПС), датчика температуры, тиристорного регулятора напряжения. Экспериментальное определение параметров ЭПС как объекта управления: коэффициента усиления, постоянной времени. Особенности регулирования температуры в многозонных печах. Обоснование выбора места установки датчика температуры в печах с преимущественно излучательным и преимущественно конвективным теплообменом. Особенности регулирования температуры в высокотемпературных вакуумных ЭПС. Необходимость регулирования температуры по косвенным параметрам. Возможные косвенные параметры регулирования температуры. Исполнительные устройства систем непрерывного регулирования температуры. Тиристорные регуляторы напряжения. Фазоимпульсное и низкочастотное широтно-импульсное управление. Коэффициент мощности при фазоимпульсном и низкочастотном широтно-импульсном регулировании. Влияние способа управления (фазоимпульсное или широтно-импульсное) на точность регулирования и энергетические показатели печной установки. Ограничения по применению широтно-импульсного регулирования в зависимости от типа ЭПС. Пути повышения качества электроэнергии при широтно-импульсном регулировании..

3. Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева

3.1. Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева

Установки индукционного нагрева (индукционные преобразователи энергии). Управляющие и возмущающие воздействия в индукционных преобразователях энергии. Исполнительные устройства систем управления установками индукционного нагрева. Регулируемые трансформаторы, преобразователи частоты, ламповые генераторы,

конденсаторные батареи изменяемой емкости, их математическое описание.. Автоматическое управление индукционными тигельными печами промышленной частоты. Функциональная схема системы управления. Подсистемы регулирования режима (мощности), коэффициента мощности и режима симметрирования. Координация работы подсистем. Автоколебания в системе, способы их предотвращения.. Особенности автоматического управления индукционными канальными печами, индукционными тигельными печами повышенной частоты, индукционными нагревательными установками..

4. Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава

4.1. Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава

Электрическая дуга как объект управления. Распределение потенциала по длине дуги, вольтамперная характеристика (ВАХ) дуги постоянного тока. Устойчивость дуги. Способы регулирования тока дуги. Требования к источнику питания дуговой установки, способы формирования крутопадающей характеристики источника. Динамические ВАХ дуг переменного тока при различных условиях теплоотдачи.. Системы управления дуговыми сталеплавильными печами (ДСП) переменного тока. Электромеханические и электрогидравлические регуляторы, их функциональные и структурные схемы, основные характеристики. Выбор заданий регуляторов для различных стадий технологического процесса. Дозаторы энергии. Способы идентификации стадии плавки. Автоматизированные системы управления технологическим процессом ДСП.. Особенности систем управления дуговыми сталеплавильными печами постоянного тока. Структура, основные свойства.. Системы управления руднотермическими печами (РТП). Особенности РТП как объектов управления. Структура системы управления РТП. Факторы, влияющие на эффективность РТП. Автоматизированные системы управления и системы поддержки принятия решения в РТП.. Системы управления вакуумными дуговыми печами (ВДП). ВДП как объект управления. Особенности дуги, горящей на парах металла в вакууме. Структура системы управления ВДП, основные каналы управления и способы коррекции. Автоматическое распознавание аварийных режимов – боковых дуг и объемной ионизации.. Системы управления установками электрошлакового переплава (ЭШП). Установка ЭШП как объект управления. Регулируемые технологические параметры – массовая скорость переплава и заглубление расходоуемого электрода в шлак. Алгоритмы регулирования этих величин. Управляющие и возмущающие воздействия в ЭШП, структура и основные характеристики системы..

5. Автоматическое управление плазменными технологическими установками

5.1. Автоматическое управление плазменными технологическими установками

Управляемые системы электропитания (УСЭП) дуговых плазмотронов. Требования к характеристике источника питания, структура и основные свойства УСЭП плазмотрона. Устойчивость плазменной дуги. Зажигание плазменной дуги и защита от перенапряжений при отключении. Особенности управления вакуумными плазменными печами с полым катодом: вольтамперная характеристика разряда с полым катодом, требования к источникам питания..

6. Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками

6.1. Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками

Состав (подсистемы) системы управления ЭЛУ. Характеристики электронных пушек. Системы анодного питания ЭЛУ. Регулирование мощности электронного пучка в ЭЛУ для плавки и нанесения покрытий. Регулирование мощности электронного пучка в ЭЛУ для сварки и размерной обработки. Фокусировка, отклонение пучка, развертка в ЭЛУ. Управление технологическими параметрами в ЭЛУ (пример – стабилизация толщины покрытия, наносимого на полимерный рулонный материал). Задачи и состав систем управления лазерными технологическими установками..

3.3. Темы практических занятий

1. Системы автоматического управления установок индукционного нагрева;
2. Идентификация электротехнологической установки как объекта управления;
3. Исследование влияния последовательной коррекции и закона регулирования на устойчивость, точность и качество регулирования системы автоматического управления;
4. Составление модели электрической печи сопротивления как объекта управления;
5. Использование компьютерных методов структурного моделирования для анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ;
6. Индукционный преобразователь энергии как объект управления;
7. Свойства электрической дуги как объекта управления;
8. Источники питания дуговых плазмотронов;
9. Исследование электромеханических и электрогидравлических регуляторов мощности дуговых сталеплавильных печей;
10. Исследование системы управления вакуумной дуговой печи;
11. Выбор параметра регулирования в дуговой сталеплавильной печи;
12. Устойчивость плазменной дуги. Влияние пульсаций выпрямленного напряжения преобразователя на устойчивость плазменной дуги;
13. Пример регулирования технологического параметра в электронно-лучевой установке. Стабилизация толщины покрытия, наносимого на рулонный материал;
14. Методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ;
15. Способы регулирования электрического режима дуговой установки;
16. Основные понятия и структура системы автоматического управления.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Численное моделирование системы двухпозиционного регулирования температуры электропечи сопротивления;
2. Исследование системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления методом имитационного моделирования;
3. Экспериментальное исследование системы непрерывного регулирования температуры электропечи сопротивления;
4. Численное моделирование системы автоматического регулирования мощности индукционной тигельной печи промышленной частоты;
5. Исследование систем автоматического управления установок электрошлакового переплава;
6. Исследование электромеханического регулятора мощности дуговой сталеплавильной печи методом численного моделирования;
7. Численное моделирование исполнительного электропривода постоянного тока;
8. Численное моделирование регулируемого источника постоянного тока.

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	5	6	
Знать:								
Принципы построения, структуру, методы анализа и синтеза систем автоматического управления ЭТУ	ИД-3ПК-1	+	+					Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа № 2
Свойства и особенности установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов	ИД-1ПК-3				+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа № 4 Контрольная работа/Контрольная работа № 5 Контрольная работа/Контрольная работа № 6
Свойства и особенности электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева как объектов управления и подходы к разработке систем управления электротехнологическими установками этих типов	ИД-1ПК-3		+	+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ (2 семестр) Контрольная работа/Контрольная работа № 2 Контрольная работа/Контрольная работа

								№ 3
Уметь:								
Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях установок дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермических печей, установок электрошлакового переплава	ИД-3ПК-1					+	+	+
								Лабораторная работа/Защита лабораторных работ (3 семестр) Контрольная работа/Контрольная работа № 5 Контрольная работа/Контрольная работа № 6
Применять методы анализа и моделирования систем автоматического управления к решению задач профессиональной деятельности в областях электропечей сопротивления, установок индукционного и диэлектрического нагрева	ИД-3ПК-1	+	+	+				
								Лабораторная работа/Защита лабораторных работ (2 семестр) Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа № 2 Контрольная работа/Контрольная работа № 3
Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) резистивного, индукционного, диэлектрического нагрева	ИД-1ПК-3		+	+				
								Лабораторная работа/Защита лабораторных работ (2 семестр) Контрольная

								<p>работа/Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа № 3</p>
<p>Разработать концепцию системы управления электротехнологической установкой (комплексом) дугового, плазменного, электронно-лучевого, лазерного нагрева, руднотермической печью, установкой электрошлакового переплава</p>	ИД-1ПК-3				+	+	+	<p>Лабораторная работа/Защита лабораторных работ (3 семестр)</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа № 5</p>

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: Защита задания

1. Защита лабораторных работ (2 семестр) (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)

3 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторных работ (3 семестр) (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 6 (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.

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. Автоматическое управление электротермическими установками : Учебник для вузов по специальности "Автоматизированные электротехнические установки и системы" / А. М. Кручинин, [и др.] ; ред. А. Д. Свенчанский . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 416 с. - ISBN 5-283-00543-7 .;

2. Дьяконов В. П.- "MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (768 с.)

https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1178;

3. Рубцов, В. П. Системы автоматического управления электрическими печами сопротивления. Часть 1 : учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. П. Рубцов, А. В. Щербаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-1584-2 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7269;
4. Рубцов, В. П. Системы автоматического управления электрическими печами сопротивления. Часть 2 : учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. П. Рубцов, А. В. Щербаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-1615-3 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7500;
5. Рубцов, В. П. Системы автоматического управления индукционными установками : учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. П. Рубцов, А. В. Щербаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-1830-0 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9521;
6. Рубцов, В. П. Системы автоматического управления дуговыми установками : учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. П. Рубцов, А. В. Щербаков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-2088-4 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10677;
7. Батов, Н. Г. Автоматическое управление электротехнологическими установками : Методическое пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками". Лабораторные работы N 6.1-6.2 / Н. Г. Батов, М. Я. Погребисский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 16 с.;
8. Погребисский, М. Я. Автоматическое управление электротехнологическими установками : Методическое пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по специальности "Электротехника, электромеханика и электротехнологии". Лабораторные работы N 9-13. / М. Я. Погребисский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 24 с.;
9. Рубцов, В. П. Автоматическое управление электротехнологическими установками. Лабораторная работа N7 : методическое пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / В. П. Рубцов, М. Я. Погребисский, О. К. Киренская, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 28 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. 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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-215, Учебная лаборатория автоматике	стул, шкаф, тумба, оборудование для экспериментов, оборудование учебное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
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	А-04, Лаборатория каф. "ЭППЭ"	стол преподавателя, оборудование для экспериментов
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер

		персональный
--	--	--------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ
Автоматическое управление электротехнологическими установками

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита лабораторных работ (2 семестр) (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	12	15	16
1	Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками					
1.1	Основные принципы и понятия автоматического управления электротехнологическими установками		+	+	+	+
2	Автоматическое управление электрическими печами сопротивления					
2.1	Автоматическое управление электрическими печами сопротивления		+	+	+	+
3	Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева					
3.1	Автоматическое управление установками индукционного и диэлектрического нагрева		+	+	+	+
Вес КМ, %:			20	25	30	25

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 5 (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита лабораторных работ (3 семестр) (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 6 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	16	16
1	Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава					

1.1	Автоматическое управление установками дугового нагрева, руднотермическими печами и установками электрошлакового переплава	+	+	+	+
2	Автоматическое управление плазменными технологическими установками				
2.1	Автоматическое управление плазменными технологическими установками	+	+	+	+
3	Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками				
3.1	Автоматическое управление электронно-лучевыми и лазерными технологическими установками	+	+	+	+
Вес КМ, %:		20	20	40	20