

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
СИЛОВЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ АППАРАТЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 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	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лепешкин А.Р.
	Идентификатор	R644edb02-LepeshkinAR-8d7db4b

А.Р. Лепешкин


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

М.А. Федин

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

С.А. Цырук

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении принципов действия, статических и динамических характеристик и моделей силовых и управляющих аппаратов, используемых в системах автоматического управления электротехнологическими установками.

Задачи дисциплины

- – освоение видов деятельности, характерных для научно-исследовательской работы (НИР) в соответствии с современной нормативно-правовой базой;;
- – освоение путей автоматизации научных исследований при выполнении поисковых, фундаментальных и прикладных НИР;;
- – приобретение навыков работы с электронными библиотечными ресурсами и системами патентного поиска;;
- – освоение структурированного итерационного подхода к выполнению НИР, включающего в себя разработку моделей исследуемого явления или процесса и проведение экспериментальных исследований для корректировки и уточнения разработанных моделей;;
- – освоение современных методов изучения и исследования современных управляющих и силовых аппаратов, используемых в системах автоматического управления электротехнологическими установками;;
- – освоение методов первичной программной обработки и анализа результатов экспериментальных исследований..

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-3 Способен принимать участие в разработке проекта системы автоматического управления электротехнологической установкой (комплексом)	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует умение разработать концепцию системы автоматического управления электро-технологической установкой (комплексом)	знать: - – основные понятия, относящиеся к структуре и составу научно-исследовательских работ, существующих возможностях и перспективах их автоматизации, номенклатуру, структуру и характеристики аппаратов, используемых в системах автоматического управления; - – современные стандарты и элементную базу для построения автоматизированных систем в электротехнологии, номенклатуру датчиков и нормирующих преобразователей. уметь: - – осуществлять автоматизированный поиск научно-технической информации и патентный поиск при выполнении научно-исследовательских работ, планировать и ставить задачи исследования, выделять влияющие факторы и целевые функции объекта исследования для определения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		структуры систем автоматического управления, выбирать датчики и исполнительные регуляторы; - – определять состав и технические характеристики стандартизованного оборудования, применяемого при построении автоматизированных систем, разрабатывать схмотехнические решения для сопряжения управляющих и силовых аппаратов с электротехнологическими установками и комплексами.

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.

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 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	Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ	14	1	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5-11
1.1	Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
2	Датчики и задатчики систем управления ЭТУ	18		6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-41 [5], стр. 12-44
2.1	Датчики и задатчики систем управления ЭТУ	18		6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
3	Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 92-114
3.1	Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
4	Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 3-21	

ЭТУ													
4.1	Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
5	Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [3], стр. 22-40
5.1	Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
6	Электрические приводы систем управления ЭТУ	18	6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], стр. 3-51
6.1	Электрические приводы систем управления ЭТУ	18	6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
7	Электрогидравлические приводы ЭТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i>
7.1	Электрогидравлические приводы ЭТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	[4], стр. 52-70
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32	2	-	-	0.5	44	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. Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ

1.1. Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ

Роль и место элементов в системе управления. Назначение элементов системы управления. Классификация элементов по выполняемым функциям: управляющие элементы, преобразовательные элементы, датчики обратной связи, задатчики сигнала управления, силовые (исполнительные) элементы систем управления ЭТУ..

2. Датчики и задатчики систем управления ЭТУ

2.1. Датчики и задатчики систем управления ЭТУ

Датчики температуры. Способы измерения температуры. Контактные методы измерения температуры: термометры расширения, манометрические термометры, термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи (термопары). Бесконтактные методы измерения температуры: пирометры излучения. Статические, метрологические и динамические характеристики датчиков температуры. Датчики измерения механических величин: перемещения, скорости, угла поворота, давления. Статические, метрологические и динамические характеристики датчиков механических величин. Датчики электрических величин: напряжения постоянного и переменного тока, постоянного и переменного тока, мощности, коэффициента мощности. Системы выделения сигнала стандартного уровня. Понятие о «потенциальной развязке». Задатчики сигнала на базе программируемых микропроцессорных контроллеров..

3. Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ

3.1. Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ

Роль микропроцессорных программируемых контроллеров в системах управления ЭТУ. Функции, выполняемые микропроцессорными контроллерами в системах управления. Структура микропроцессорного контроллера. Классификация микропроцессорного контроллера по выполняемым функциям. Программирование микропроцессорного контроллера и способы хранения информации при отключении питания. Аналоговые контроллеры и универсальные контроллеры. Понятие о логических контроллерах..

4. Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ

4.1. Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ

Назначение электромагнитных и электромеханических преобразователей в системах управления ЭТУ. Принципы действия, статические и динамические характеристики электромагнитных и электромеханических преобразователей. Регулируемые трансформаторы, магнитные усилители, индукционные регуляторы, электромашинные преобразователи – электрические генераторы постоянного и переменного тока. Области применения электромагнитных и электромашинных преобразователей. Модели электромагнитных и электромеханических преобразователей как элементов системы управления. Передаточные функции..

5. Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ

5.1. Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ

Применение Функции, выполняемые полупроводниковыми преобразователями в системах управления ЭТУ. Классификация полупроводниковых преобразователей по

выполняемым функциям: тиристорные преобразователи переменного напряжения промышленной частоты (регуляторы напряжения), тиристорные преобразователи постоянного напряжения (управляемые выпрямители), импульсные преобразователи постоянного напряжения, преобразователи частоты. Транзисторные преобразователи. Понятие о реверсивных и нереверсивных преобразователях. Статические и динамические характеристики полупроводниковых преобразователей. Модели полупроводниковых преобразователей, передаточные функции. Учет импульсного характера выходного напряжения..

6. Электрические приводы систем управления ЭТУ

6.1. Электрические приводы систем управления ЭТУ

Назначение и задачи исполнительного электропривода в системах управления ЭТУ. Классификация исполнительных электроприводов систем управления ЭТУ: электропривод постоянного тока с двигателем независимого возбуждения; электропривод с частотнорегулируемым асинхронным двигателем. Функциональные и структурные схемы исполнительных электроприводов постоянного и переменного тока. Методы анализа и синтеза исполнительных приводов ЭТУ. Режимы работы и характеристики исполнительных приводов систем управления ЭТУ..

7. Электрогидравлические приводы ЭТУ

7.1. Электрогидравлические приводы ЭТУ

Назначение и задачи исполнительного электрогидропривода в системах управления ЭТУ. Классификация исполнительных электрогидроприводов систем управления ЭТУ. Сравнение характеристик исполнительных электро- и гидроприводов систем управления ЭТУ. Функциональные и структурные схемы исполнительных электрогидроприводов систем управления ЭТУ. Методы анализа и синтеза исполнительных электрогидроприводов систем управления ЭТУ. Режимы работы и характеристики исполнительных приводов систем управления ЭТУ. Настройка электрогидропривода в системе управления ЭТУ. Влияние управляющих программируемых контроллеров на статические и динамические характеристики электрогидропривода..

3.3. Темы практических занятий

1. Программирование микропроцессорного контроллера и способы хранения информации при отключении питания.;
2. Функциональные и структурные схемы исполнительных электрогидроприводов систем управления ЭТУ. Методы анализа и синтеза исполнительных электрогидроприводов систем управления ЭТУ.;
3. Функциональные и структурные схемы исполнительных электроприводов постоянного и переменного тока. Методы анализа и синтеза исполнительных приводов ЭТУ.;
4. Модели полупроводниковых преобразователей, передаточные функции.;
5. Модели электромагнитных и электромеханических преобразователей как элементов системы управления. Передаточные функции.;
6. Датчики температуры. Способы измерения температуры..

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	5	6	7		
Знать:										
– современные стандарты и элементную базу для построения автоматизированных систем в электротехнологии, номенклатуру датчиков и нормирующих преобразователей	ИД-1пк-3	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа "Датчики систем управления"
– основные понятия, относящиеся к структуре и составу научно-исследовательских работ, существующих возможностях и перспективах их автоматизации, номенклатуру, структуру и характеристики аппаратов, используемых в системах автоматического управления	ИД-1пк-3		+	+	+	+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ"
Уметь:										
– определять состав и технические характеристики стандартизованного оборудования, применяемого при построении автоматизированных систем, разрабатывать схемотехнические решения для сопряжения управляющих и силовых аппаратов с электротехнологическими установками и комплексами	ИД-1пк-3		+	+		+	+			Контрольная работа/Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink"
– осуществлять автоматизированный поиск научно-технической информации и патентный поиск при выполнении научно-исследовательских работ, планировать и ставить задачи исследования, выделять влияющие факторы и целевые функции объекта исследования для определения структуры систем автоматического управления, выбирать датчики и исполнительные регуляторы	ИД-1пк-3		+	+	+	+				Контрольная работа/Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Датчики систем управления" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Попов, А. Н. Датчики систем управления : Учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / А. Н. Попов ; Ред. Н. А. Ларионов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 72 с. - ISBN 5-7046-0510-9 .;
2. Кручинин, А. М. Учебное пособие по курсу "Элементы систем автоматики электропечей": Датчики и исполнительные элементы / А. М. Кручинин, В. П. Рубцов ; Ред. В. П. Цишевский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1983 . – 76 с.;
3. Рубцов, В. П. Исполнительные элементы систем автоматического управления электротехнологическими установками : Учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / В. П. Рубцов ; Ред. Е. В. Долбилин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 56 с. - ISBN 5-7046-0728-4 .;
4. Рубцов, В. П. Исполнительные приводы электротехнологических установок : Учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" / В. П. Рубцов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 72 с. - ISBN 5-7046-0868-X .;

5. А. А. Рыжова, В. В. Кузьмин- "Датчики температуры и ряда механических величин",
Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет
(КНИТУ)", Казань, 2018 - (116 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612729>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-213, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, доска меловая, экран, доска маркерная, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-213, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, доска меловая, экран, доска маркерная, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-213, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, доска меловая, экран, доска маркерная, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
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

Силовые и управляющие аппараты электротехнологических установок

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа "Датчики систем управления" (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа "Электромагнитные, электромеханические и полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа "Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ" (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа "Моделирование систем автоматического управления электротехнологическими установками в среде MATLAB/Simulink" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ					
1.1	Классификация управляющих и силовых элементов систем управления ЭТУ		+			
2	Датчики и задатчики систем управления ЭТУ					
2.1	Датчики и задатчики систем управления ЭТУ		+	+	+	+
3	Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ					
3.1	Программируемые микропроцессорные контроллеры систем управления ЭТУ			+	+	+
4	Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ					
4.1	Электромагнитные и электромеханические преобразователи систем управления ЭТУ			+	+	
5	Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ					
5.1	Полупроводниковые преобразователи систем управления ЭТУ			+	+	+
6	Электрические приводы систем управления ЭТУ					
6.1	Электрические приводы систем управления ЭТУ			+		+
7	Электрогидравлические приводы ЭТУ					

7.1	Электрогидравлические приводы ЭТУ		+		
	Вес КМ, %:	25	25	25	25