

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические установки и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 16 часов;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 95,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
	Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf

(подпись)

А.О. Кулешов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
	Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf

(подпись)

А.О. Кулешов

(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 и характеристик систем управления электротехнологическими установками.

Задачи дисциплины

- изучение технологических процессов, требующих автоматизации;
- освоение принципов построения и характеристик систем управления ЭТУ;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании систем управления ЭТУ;
- изучение особенностей применения общих положений теории автоматического регулирования при построении систем управления ЭТУ.

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-6 Способен участвовать в разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем автоматического управления объектами профессиональной деятельности	ИД-1ПК-6 Демонстрирует умение выполнять предпроектный анализ объекта управления, для которого разрабатывается проект системы автоматического управления	знать: - основные положения теории автоматического управления;; - источники научно-технической информации по системам и средствам управления ЭТУ. уметь: - анализировать информацию о новинках, используемых в системах управления ЭТУ.
ПК-6 Способен участвовать в разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем автоматического управления объектами профессиональной деятельности	ИД-2ПК-6 Демонстрирует умение разрабатывать проектные решения отдельных частей системы автоматического управления объектом профессиональной деятельности	знать: - основные функциональные схемы систем автоматического управления электротехнологическими установками. уметь: - разрабатывать схемы автоматизированных систем управления ЭТУ и выбирать их аппаратные реализации;; - разрабатывать автоматические системы управления ЭТУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнологические установки и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать "Теоретические основы электротехники», «Теория автоматического управления», «Электротехнология», «Промышленная электроника» и «Микропроцессорные средства автоматизации в электротехнологии».

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	Основные понятия и определения, классификация систем управления	24	7	2	2	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 2-18 [3], 34-51 [4], 12-33
1.1	Основные понятия и определения, классификация систем управления	24		2	2	2	-	-	-	-	-	18	-	
2	Системы релейно-контакторной автоматики	44		6	6	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 15-27
2.1	Системы релейно-контакторной автоматики	44		6	6	6	-	-	-	-	-	26	-	
3	Системы автоматики на логических элементах	30		4	4	4	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 25-40 [3], 8-20
3.1	Системы автоматики на логических элементах	30		4	4	4	-	-	-	-	-	18	-	
4	Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 135-154
4.1	Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами	28		4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	

	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0		16	16	16	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0		16	16	16	-	-	-	-	0.3	95.7		

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. Основные понятия и определения, классификация систем управления

1.1. Основные понятия и определения, классификация систем управления

Этапы автоматизации, виды систем управления. Этапы развития средств и принципов автоматизации электротехнологических установок. Системы релейно-контакторной автоматики, непрерывные (аналоговые) системы, импульсные и цифровые системы. Классификация задач управления электротехнологическими установками (ЭТУ).

2. Системы релейно-контакторной автоматики

2.1. Системы релейно-контакторной автоматики

Релейно-контакторные системы управления (РКСУ). Элементная база РКСУ. Управление в функции времени, в функции тока и напряжения, в функции перемещения. Примеры. Системы защиты и блокировок в электротехнологических установках. Примеры. Принципы построения систем управления на бесконтактных логических элементах (БЛЭ). Классификация логических элементов: комбинаторные и с памятью. Построение логических схем на базе простейших логических элементов. Примеры построения РКСУ ЭТУ. Связь управляющих цепей на БЛЭ с исполнительными элементами. Проблема потенциальной развязки. Системы с логическими контроллерами..

3. Системы автоматики на логических элементах

3.1. Системы автоматики на логических элементах

Принципы построения систем управления на бесконтактных логических элементах (БЛЭ). Классификация логических элементов: комбинаторные и с памятью. Построение логических схем на базе простейших логических элементов. Примеры построения РКСУ ЭТУ. Связь управляющих цепей на БЛЭ с исполнительными элементами. Проблема потенциальной развязки. Способы потенциального разделения сигналов в схемах автоматики на бесконтактных логических элементах..

4. Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами

4.1. Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами

Принципы построения и структуры программируемых логических контроллеров. Классификация программируемых контроллеров. Организация ввода сигналов в логический контроллер. Организация вывода сигналов из логического контроллера. Схемы подключения исполнительных аппаратов к выходам логических контроллеров. Выходные устройства логических контроллеров. Способы расширения числа выходов и входов логических контроллеров..

3.3. Темы практических занятий

1. Способы согласования логических контроллеров с исполнительными элементами и датчиками;
2. Построение релейных систем на программируемых логических контроллерах;
3. Классификация бесконтактных логических элементов;
4. Управление в функции напряжения, тока, скорости, перемещения;
5. Элементная база релейно-контакторных систем управления ЭТУ;
6. Функции, реализуемые релейно-контакторными системами ЭТУ;
7. Классификация систем управления ЭТУ. Классификационные признаки.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3;
2. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печи в программе Codesys V2.3;
3. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3;
4. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
источники научно-технической информации по системам и средствам управления ЭТУ	ИД-1ПК-6	+	+			Расчетно-графическая работа/Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки Контрольная работа/Составление электрических схем управления ЭТУ
основные положения теории автоматического управления;	ИД-1ПК-6			+		Лабораторная работа/ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3
основные функциональные схемы систем автоматического управления электротехнологическими установками	ИД-2ПК-6	+				Лабораторная работа/ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3
Уметь:						
анализировать информацию о новинках, используемых в системах управления ЭТУ	ИД-1ПК-6				+	Расчетно-графическая работа/Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки Контрольная работа/Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров
разрабатывать автоматические системы управления ЭТУ	ИД-2ПК-6			+		Лабораторная работа/ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3
разрабатывать схемы автоматизированных систем управления ЭТУ и выбирать их аппаратные реализации;	ИД-2ПК-6		+			Лабораторная работа/ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
2. ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
3. ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
4. ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки (Расчетно-графическая работа)
2. Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров (Контрольная работа)
3. Составление электрических схем управления ЭТУ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 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. 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 .;
3. Рубцов, В. П. Релейно-контакторные и логические системы управления электротехнологическими установками : учебное пособие по курсу "Системы автоматического управления ЭТУ" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. П. Рубцов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом

МЭИ, 2011 . – 80 с. - ISBN 978-5-383-00593-4 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2893;

4. В. В. Панкратов- "Автоматическое управление электроприводами" 1, Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2013 - (200 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228894>.

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. CODESYS;
6. nanoCAD Электро;
7. Owen Logic.

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>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>

26. Журналы издательства **SAGE Publication (Sage)** - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал **Science** - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества **Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов **Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии **Thieme Chemistry Package** компании **Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства **Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека **МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных **Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных **профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных **Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных **Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных **"Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система **«Кодекс/Техэксперт»** - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения **«Открытое образование»** - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт **Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система **«РОССИЯ»** - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт **Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт **Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал **"Российское образование"** - <http://www.edu.ru>
46. **Информио** - <https://www.informio.ru/>
47. АНО **«Россия – страна возможностей»** - <https://rsv.ru/education/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы автоматического управления электротехнологическими установками

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Составление электрических схем управления ЭТУ (Контрольная работа)
- КМ-2 ЛР1. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки электрошлакового переплава в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
- КМ-3 ЛР2. Программирование алгоритма управления электротехнологической установки для химико-термической установки в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
- КМ-4 ЛР3. Программирование алгоритма управления электрической печи сопротивления в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
- КМ-5 ЛР4. Программирование алгоритма управления индукционной тигельной печью в программе Codesys V2.3 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Составление электрических схем на базе программируемых логических контроллеров (Контрольная работа)
- КМ-7 Разработка релейно-контакторной схемы управления электротермической установки (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	4	8	12	16	17	17
1	Основные понятия и определения, классификация систем управления								
1.1	Основные понятия и определения, классификация систем управления		+	+					+
2	Системы релейно-контакторной автоматики								
2.1	Системы релейно-контакторной автоматики		+			+			+
3	Системы автоматики на логических элементах								
3.1	Системы автоматики на логических элементах				+		+		
4	Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами								
4.1	Системы автоматики с программируемыми логическими контроллерами							+	+
Вес КМ, %:			10	10	10	10	10	10	40