

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ В
ЭНЕРГЕТИКЕ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	7 семестр - 16 часов;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Осипов С.К.	
Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91	

C.K. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Киндра В.О.	
Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7	

B.O. Киндра

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Рогалев А.Н.	
Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b	

A.H. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение современных микропроцессорных средств автоматизации для реализации систем управления электро и теплотехническими установками на базе микроконтроллеров и промышленных логических контролеров (ПЛК).

Задачи дисциплины

- информирование о структуре и принципах построения микропроцессорных информационных и управляющих систем, специализированных микропроцессорных средствах управления, алгоритмах управления и способах их программной реализации;
- обучение алгоритмизации и программированию применительно к задачам управления;
- обучение принятию и обосновывать конкретные технические решения при разработке систем автоматического управления установками с использованием микропроцессорных средств.

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-5 Способен участвовать в организации технического и материального обеспечения эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1пк-5 Принимает участие в организации технического и материального обеспечения эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- Понимание принципов работы дискретных и аналоговых сигналов;- Основы промышленных сетей (Profibus, Modbus, Ethernet, OPC UA);- Знание датчиков, исполнительных механизмов и их интерфейсов (4-20 мА, 0-10 В, RS-485, Modbus, Ethernet/IP).. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- Умение разрабатывать и реализовывать алгоритмы для ПЛК;- подбирать микропроцессорные устройства для построения систем автоматики;- интегрировать ПЛК и SCADA-системы для построения иерархической системы управления на основе локальной сети.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Информатика", "Промышленная электроника".

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы											Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа						СР							
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль				
							КПР	ГК	ИККП	ТК							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	Основы промышленной автоматизации	5	7	1	-	2	-	-	-	-	-	2	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы промышленной автоматизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 12-36 [2], 1-32	
1.1	Средства промышленной автоматизации	5		1	-	2	-	-	-	-	-	2	-				
2	Программируемые технические средства автоматизации	38		6	-	14	-	-	-	-	-	18	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программируемые технические средства автоматизации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 7-133	
2.1	Программируемые логические контроллеры	14		2	-	8	-	-	-	-	-	4	-				
2.2	Устройства с жестко программируемой логикой	14		2	-	4	-	-	-	-	-	8	-				
2.3	Средства коммуникации (промышленные интерфейсы и протоколы)	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-				
3	Человеко-машинный интерфейс (HMI)	26		4	-	12	-	-	-	-	-	10	-			<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Человеко-машинный интерфейс (HMI)" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>	
3.1	Сенсорные панели оператора	12		2	-	6	-	-	-	-	-	4	-				
3.2	SCADA системы	14		2	-	6	-	-	-	-	-	6	-				

													[2], 156-162 [3], 246-254
4	Программное обеспечение и алгоритмы управления	21		5	-	4	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Программное обеспечение и алгоритмы управления" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 125-178 [3], 308-376
4.1	среды программирования стандарта IEC 61131-3	12		2	-	2	-	-	-	-	8	-	
4.2	Основные типы алгоритмов	9		3	-	2	-	-	-	-	4	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0		16	-	32	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0		16	-	32	-	-	-	0.3	59.7		

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. Основы промышленной автоматизации

1.1. Средства промышленной автоматизации

Основные понятия и терминология Уровни автоматизации (полевой, контроллерный, SCADA, MES/ERP) Преимущества автоматизированных систем перед ручным управлением. Аппаратные средства автоматизации Датчики и исполнительные механизмы: Типы датчиков (дискретные, аналоговые, интеллектуальные) Принципы работы и подключения Программируемые логические контроллеры (ПЛК): Архитектура и основные компоненты Обзор производителей (ОВЕН, Siemens, Allen-Bradley, Schneider Electric) Промышленные компьютеры и панели оператора.

2. Программируемые технические средства автоматизации

2.1. Программируемые логические контроллеры

Введение в ПЛК. Аппаратная архитектура ПЛК. Программное обеспечение для ПЛК.

2.2. Устройства с жестко программируемой логикой

Введение в жестко программируемую логику. Основные понятия и отличия от ПЛК. Преимущества для управления инженерными системами.

2.3. Средства коммуникации (промышленные интерфейсы и протоколы)

Роль и место сетевых технологий в промышленной автоматизации. Проводные интерфейсы: RS-232, RS-485, RS-422: принципы работы, области применения. Токовая петля (4-20 мА) и HART-протокол. Промышленный Ethernet (Profinet, Ethernet/IP). Беспроводные технологии: Wi-Fi, Zigbee, LoRa для промышленного IoT. Основные промышленные протоколы.

3. Человеко-машинный интерфейс (HMI)

3.1. Сенсорные панели оператора

Введение в человеко-машинные интерфейсы. Аппаратная часть сенсорных панелей. Программное обеспечение для разработки интерфейсов. Проектирование пользовательских интерфейсов. Функциональные возможности HMI. Интеграция с системами автоматизации.

3.2. SCADA системы

Отличия SCADA от других систем управления (DCS, PLC). Программное обеспечение и разработка проектов. Интеграция с внешними системами.

4. Программное обеспечение и алгоритмы управления

4.1. Среды программирования стандарта IEC 61131-3

Введение в CODESYS и стандарт IEC 61131-3. Установка и настройка среды. Работа с проектами. Языки программирования IEC 61131-3. Работа с данными и переменными. Встроенные функции и библиотеки. Создание простых интерфейсов в CODESYS Visualization.

4.2. Основные типы алгоритмов

Введение в алгоритмы управления ПЛК. Линейные алгоритмы. Разветвляющиеся алгоритмы. Циклические алгоритмы. Алгоритмы управления состоянием. ПИД-

регулирование. Алгоритмы обработки сигналов. Алгоритмы безопасности. Оптимизация алгоритмов.

3.3. Темы практических занятий

1. Датчики и исполнительные механизмы;
2. Среда разработки Codesys V3.5.;
3. Разработка системы управления и программирование ПЛК на языке LD и FBD.;
4. Программируемые логические контроллеры;
5. Сенсорная панель оператора. Принципы проектирования интерфейсов;
6. SCADA системы. Принципы разработки человеко-машинных интерфейсов;
7. Аппаратно-независимый протокол OPC.;
8. Промышленные интерфейсы. RS-232, RS-422, RS-485;
9. Классификация алгоритмов по сложности и назначению;
10. Устройства с жесткотрограммируемой логикой.;
11. Позиционные регуляторы;
12. Обработка налоговых сигналов;
13. Дискретная логика. Элементы с памятью.;
14. Знакомство с программируемым реле ПР-200. Вводное занятие по OWEN Logic;
15. Промышленный протокол MODBUS;
16. Требования к алгоритмам: надежность, детерминированность, безопасность.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по разделу дисциплины
2. Консультация по разделу дисциплины
3. Консультация по разделу дисциплины
4. Консультация по разделу дисциплины

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:							
Знание датчиков, исполнительных механизмов и их интерфейсов (4-20 mA, 0-10 V, RS-485, Modbus, Ethernet/IP).	ИД-1ПК-5	+				Тестирование/Тест №1	
Основы промышленных сетей (Profibus, Modbus, Ethernet, OPC UA)	ИД-1ПК-5		+			Тестирование/Тест №2	
Понимание принципов работы дискретных и аналоговых сигналов	ИД-1ПК-5		+			Тестирование/Тест №3	
Уметь:							
интегрировать ПЛК и SCADA-системы для построения иерархической системы управления на основе локальной сети	ИД-1ПК-5			+		Тестирование/Тест №3	
подбирать микропроцессорные устройства для построения систем автоматики	ИД-1ПК-5				+	Тестирование/Тест №4	
Умение разрабатывать и реализовывать алгоритмы для ПЛК	ИД-1ПК-5		+			Тестирование/Тест №2	

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. Тест №1 (Тестирование)
2. Тест №2 (Тестирование)
3. Тест №3 (Тестирование)
4. Тест №4 (Тестирование)

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. Кулешов, А. О. Программируемые логические контроллеры для автоматизации электротехнологических установок : учебное пособие по курсу "Микропроцессорные средства автоматизации в электротехнологии" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. О. Кулешов, М. А. Федин, М. Я. Погребисский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2021. – 72 с. – ISBN 978-5-7046-2502-5.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11723>;
2. И. В. Петров- "Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2004 - (254 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117671>;
3. Рыбальев А. Н.- "Имитационное моделирование АСУ ТП", Издательство: "АмГУ", Благовещенск, 2019 - (408 с.)
<https://e.lanbook.com/book/156433>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. CODESYS;
3. OPC-сервер (MasterOPC);
4. MasterSCADA;
5. Owen Logic;
6. OC Linux.

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 ВИНИТИ 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 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/](https://www.informio.ru)
47. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>
48. ЭБС Юрайт - <https://urait.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Помещения для хранения оборудования	Ш-107/2, Склад учебного	

и учебного инвентаря	инвентаря III-107/2
----------------------	---------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Микропроцессорные средства автоматизации в энергетике**

(название дисциплины)

7 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

KM-1 Тест №1 (Тестирование)

KM-2 Тест №2 (Тестирование)

KM-3 Тест №3 (Тестирование)

KM-4 Тест №4 (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс KM:	KM-1	KM-2	KM-3	KM-4
		Неделя KM:	4	8	12	16
1	Основы промышленной автоматизации					
1.1	Средства промышленной автоматизации	+				
2	Программируемые технические средства автоматизации					
2.1	Программируемые логические контроллеры			+		
2.2	Устройства с жестко программируемой логикой				+	
2.3	Средства коммуникации (промышленные интерфейсы и протоколы)			+		
3	Человеко-машинный интерфейс (HMI)					
3.1	Сенсорные панели оператора				+	
3.2	SCADA системы				+	
4	Программное обеспечение и алгоритмы управления					
4.1	среды программирования стандарта IEC 61131-3					+
4.2	Основные типы алгоритмов					+
Вес KM, %:		10	25	25	40	