

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: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	1 семестр - 32 часа;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Программирование (код)	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 2,50 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савкин Д.И.
	Идентификатор	Rc65784c-SavkinDml-0a46003e

(подпись)

Д.И. Савкин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении обучающимся общих принципов построения современных цифровых систем управления электроприводов и получении навыков по их самостоятельной разработке и программной реализации.

Задачи дисциплины

- изучение основных принципов проектирования узлов цифровых систем управления;
- получение навыков по разработке программного обеспечения современных цифровых систем управления электроприводов с использованием цифровых сигнальных микроконтроллеров;
- Получение навыков работы со специализированными языками программирования;
- Получение навыков работы со специализированными средами разработки программного обеспечения.

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 самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных исследований и разработок	ИД-1 _{ПК-1} Знает современные средства в области электропривода и методы их разработки	знать: - Архитектуру и состав модулей современных микроконтроллеров, используемых в системах управления электроприводов; - Основные языки программирования верхнего уровня и специализированные среды разработки программного обеспечения, используемые в области микропроцессорной техники; - Типовые узлы сопряжения микроконтроллера с силовой частью электропривода и датчиками физических величин.
ПК-1 Способен самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных	ИД-2 _{ПК-1} Умеет критически анализировать свойства и возможности современных средств в области электропривода и возможности методов их разработки	уметь: - Составлять алгоритмы и программное обеспечение для реализации системы управления по заданной структуре на микроконтроллере.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
исследований и разработок		

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплины «Теория автоматического управления», «Элементы систем автоматики» и «Регулирование координат электропривода» в объёме программы бакалавриата

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 5 зачетных единиц, 180 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	Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров	16	1	4	8	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], 6-18</p>	
1.1	Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров	16		4	8	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio. Возможности языка программирования Си	42		2	8	6	-	-	-	-	-	-	26		-
2.1	Среда разработки программного	14		2	-	2	-	-	-	-	-	-	10		-

	обеспечения Code Composer Studio.													Возможности языка программирования Си" материалу.
2.2	Возможности языка программирования Си.	28	-	8	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio. Возможности языка программирования Си" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-46 [2], 41-64, 68-116
3	Периферия цифровых сигнальных микроконтроллеров	38	4	8	6	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 116-143
3.1	Обзор назначения и возможностей встроенной периферии	26	2	8	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
3.2	Интерфейсы связи	12	2	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
4	Примеры реализации современных цифровых систем управления.	48	6	8	4	-	-	-	-	-	-	30	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 147-201
4.1	Методы эффективного управления инверторами напряжения и тока	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
4.2	Реализация типовых звеньев САУ и их применение в современных цифровых системах управления	18	2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
4.3	Цифровые фильтры	18	2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	

	Экзамен	36.00		-	-	-	-	-	-	-	2.50	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00		16	32	16	-	-	-	-	2.50	80	33.50	
	Итого за семестр	180.00		16	32	16	-	-	-	2.50		113.50		

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. Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров

1.1. Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров

Состав серий специализированных сигнальных микроконтроллеров для управления двигателями TMS320x28xx. Технические характеристики и области преимущественного применения. Встроенная память и периферия.. Модифицированная Гарвардская архитектура. Система шин. Конвейер команд. АЛУ, вспомогательное АЛУ.. Система команд и способы адресации (прямая страничная, стековая, косвенная, базово-индексная). Примеры решения типовых задач привода..

2. Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio. Возможности языка программирования Си

2.1. Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio.

Структура проекта программного обеспечения.. Создание проекта.. Исполняемые и заголовочные файлы..

2.2. Возможности языка программирования Си.

Форматы данных.. Распределение памяти.. Возможности языка программирования Си..

3. Периферия цифровых сигнальных микроконтроллеров

3.1. Обзор назначения и возможностей встроенной периферии

Модуль ШИМ. Модуль прямого цифрового сопряжения с датчиками скорости и положения. Модуль АЦП.

3.2. Интерфейсы связи

Универсальные синхронные и асинхронные приемо-передатчики.. Реализация типовых промышленных интерфейсов RS-232, RS-485, CAN.

4. Примеры реализации современных цифровых систем управления.

4.1. Методы эффективного управления инверторами напряжения и тока

Фронтальная ШИМ. Центрированная ШИМ. Векторная ШИМ.

4.2. Реализация типовых звеньев САУ и их применение в современных цифровых системах управления

Интегральное звено. Дифференциальное звено. Инерционное звено. ПИД-регуляторы.

4.3. Цифровые фильтры

Инерционный фильтр. Фильтр скользящего среднего. Фильтр с конечной импульсной характеристикой. Фильтр с бесконечной импульсной характеристикой.

3.3. Темы практических занятий

1. Работа с библиотекой IQMath. Эффективные способы цифровой фильтрации;
2. Работа с периферией процессора. Описание регистров в заголовочных файлах;
3. Работа с модулем АЦП;
4. Создание и отладка простой программы в среде Code Composer Studio;
5. Устройство и функциональные возможности отладочного комплекта на базе

- специализированного сигнального микроконтроллера TMS320f28035. Технология конфигурирования памяти;
6. Базовые возможности языка СИ;
 7. Работа с модулем ШИМ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Создание и отладка простой программы в среде Code Composer Studio;
2. Устройство и функциональные возможности отладочного комплекта на базе специализированного сигнального микроконтроллера TMS320f28035. Технология конфигурирования памяти;
3. Базовые возможности языка СИ;
4. Базовые возможности языка СИ;
5. Работа с библиотекой IQMath. Эффективные способы цифровой фильтрации;
6. Работа с модулем АЦП;
7. Работа с модулем ШИМ;
8. Работа с периферией процессора. Описание регистров в заголовочных файлах.

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:						
Типовые узлы сопряжения микроконтроллера с силовой частью электропривода и датчиками физических величин	ИД-1ПК-1			+		Программирование (код)/Лабораторные работы 5-6
Основные языки программирования верхнего уровня и специализированные среды разработки программного обеспечения, используемые в области микропроцессорной техники	ИД-1ПК-1		+			Программирование (код)/Лабораторные работы 3-4
Архитектуру и состав модулей современных микроконтроллеров, используемых в системах управления электроприводов	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Лабораторная работа 1-2
Уметь:						
Составлять алгоритмы и программное обеспечение для реализации системы управления по заданной структуре на микроконтроллере	ИД-2ПК-1				+	Программирование (код)/Лабораторные работы 7-8

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: Билеты (письменный опрос)

1. Лабораторная работа 1-2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Лабораторные работы 3-4 (Программирование (код))
2. Лабораторные работы 5-6 (Программирование (код))
3. Лабораторные работы 7-8 (Программирование (код))

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 аттестационной 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. Н. И. Костюкова- "Программирование на языке Си: методические рекомендации и задачи по программированию", Издательство: "Сибирское университетское издательство", Новосибирск, 2003 - (160 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57176;>

2. Анучин А.С. , Алямкин Д.И. , Дроздов А.В. , Козаченко В. Ф.- "Встраиваемые высокопроизводительные цифровые системы управления. Практический курс разработки и отладки программного обеспечения сигнальных микроконтроллеров TMS320x28xxx в интегрированной среде Code Composer Studio", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (270 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72213.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72213)

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. Code Composer Studio.

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
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	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Микропроцессорные средства в электроприводе

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Лабораторная работа 1-2 (Контрольная работа)
- КМ-2 Лабораторные работы 3-4 (Программирование (код))
- КМ-3 Лабораторные работы 5-6 (Программирование (код))
- КМ-4 Лабораторные работы 7-8 (Программирование (код))

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	Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров					
1.1	Архитектура современных цифровых сигнальных микроконтроллеров		+			
2	Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio. Возможности языка программирования Си					
2.1	Среда разработки программного обеспечения Code Composer Studio.			+		
2.2	Возможности языка программирования Си.			+		
3	Периферия цифровых сигнальных микроконтроллеров					
3.1	Обзор назначения и возможностей встроенной периферии				+	
3.2	Интерфейсы связи				+	
4	Примеры реализации современных цифровых систем управления.					
4.1	Методы эффективного управления инверторами напряжения и тока					+
4.2	Реализация типовых звеньев САУ и их применение в современных цифровых системах управления					+
4.3	Цифровые фильтры					+
Вес КМ, %:			15	25	35	25