

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06

Микропроцессорные средства в АСУ ТП

Учебный план: _____ ФГОС3++m150404ПИСС-1_26-12.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки: _____
(специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: _____
(специализация) Прикладные информационные системы в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами

Уровень образования: _____ магистратура

Форма обучения: _____ очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
2	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

старший преподаватель

Смирнов В.Б.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области знаний, необходимых для эффективного использования информационных технологий и автоматизированных систем управления.

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть основы построения АСУ производствами с использованием современных программно-технических комплексов, вычислительных сетей и телекоммуникационного оборудования. Рассмотреть основы построения вычислительных систем на базе микроконтроллеров.
- Продемонстрировать особенности построения современных систем.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5: Способен формировать комплект проектной документации для организации автоматизированного участка или линии
Знать: правила оформления схем подключения микропроцессорных устройств
Уметь: разрабатывать документацию на периферийные устройства
Владеть: навыками оформления спецификаций на микропроцессорные модули
ПК-7: Способен выбирать технологии и основные компоненты обеспечивающей части создаваемых ИАС
Знать: возможности различных платформ (STM32, Arduino Industrial, Raspberry Pi)
Уметь: выбирать микропроцессорные средства для периферийных задач
Владеть: методами оценки производительности и надежности

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Основы микропроцессорных средств АСУ ТП	2				О
Тема 1. Основные принципы построения микропроцессорных систем		2	4	7	
Тема 2. Технические средства автоматизации. Системы счисления.		2	4	7	
Раздел 2. Программирование и представление данных в МПС					О
Тема 3. Формы и форматы представления данных		2	4	7	
Тема 4. Языки и средства программирования микроконтроллеров		2,5	4	7,5	
Раздел 3. Микроконтроллеры и интерфейсы в промышленной автоматизации					О
Тема 5. Микроконтроллеры в промышленной автоматизации		2	4	7	
Тема 6. Аппаратные интерфейсы микропроцессорных средств		2,5	4	7	
Раздел 4. Прикладное программирование и интеграция МПС в АСУ ТП					О
Тема 7. Программирование микроконтроллеров для задач управления		2	4,5	7	
Тема 8. Интеграция микропроцессорных средств в АСУ ТП и обеспечение надёжности		2	5,5	7,5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		90,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5	Способен применять правила оформления схем подключения микропроцессорных устройств для разработки документации на периферийные устройства, владеет навыками оформления спецификаций на микропроцессорные модули.
ПК-7	Способен анализировать возможности различных платформ (STM32, Arduino Industrial, Raspberry Pi) для выбора микропроцессорных средств для периферийных задач, владеет методами оценки производительности и надежности.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий понимание предмета в оцениваемой области. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении вопроса, использует в ответе материал технической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения.	
4 (хорошо)	Недостаточно полный ответ, представляющий материал, не допуская существенных неточностей. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Способен применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	
3 (удовлетворительно)	Способен применить знания только части основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой. Демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа. Допускает незначительные погрешности при решении поставленной задачи.	
2 (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки. Не способен продолжить обучение без	

	дополнительных занятий. Неуверенно, с большими затруднениями и существенными ошибками выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	
--	---	--

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Перечислите основные архитектурные типы микропроцессоров и микроконтроллеров, применяемых в АСУ ТП (ARM, x86, RISC-V). В чем их принципиальные отличия?
2	Опишите структуру и назначение основных блоков микроконтроллера (CPU, память, периферия, интерфейсы ввода/вывода).
3	Какие типы памяти (Flash, RAM, EEPROM) используются в микропроцессорных средствах и для каких целей?
4	В чем отличие микропроцессора от микроконтроллера? Приведите примеры применения каждого в АСУ ТП.
5	Назовите основные производители микропроцессорных средств для промышленной автоматизации (STM32, Arduino Industrial, Raspberry Pi, Siemens, Schneider Electric).
6	Какие критерии выбора микропроцессорного средства для периферийных задач АСУ ТП (производительность, надежность, энергопотребление, цена, наличие периферии)?
7	Что такое АЦП и ЦАП? Как они применяются в микропроцессорных системах для связи с технологическими объектами?
8	Опишите принцип работы ШИМ (широтно-импульсной модуляции) и её применение для управления исполнительными устройствами.
9	Какие интерфейсы ввода/вывода (GPIO, UART, SPI, I2C) используются в микропроцессорных средствах? Для каких задач предназначен каждый?
10	Как организуется работа с прерываниями в микроконтроллерах? Приведите пример использования прерываний в АСУ ТП.
11	Что такое таймеры и счётчики? Какие задачи автоматизации они решают (периодические опросы, замеры длительности импульсов)?
12	Какие промышленные протоколы (Modbus RTU/TCP, Profibus, Profinet, CAN) поддерживаются микропроцессорными средствами? В чем особенности каждого?
13	Какие требования к электропитанию микропроцессорных средств предъявляются на промышленных объектах (защита от перенапряжения, гальваническая развязка, резервирование)?
14	Что такое сторожевой таймер (Watchdog) и как он повышает надежность микропроцессорной системы в АСУ ТП?
15	Опишите процесс программирования микроконтроллера: от разработки кода до загрузки прошивки в устройство.
16	Какие языки программирования используются для микропроцессорных средств в АСУ ТП (C, C++, ST, Assembly)? Для каких задач предпочтителен каждый?
17	Какие среды разработки (IDE) применяются для программирования микроконтроллеров (Keil, IAR, Arduino IDE, STM32CubeIDE)? Назовите их преимущества.
18	Как организуется отладка микропроцессорной системы? Какие инструменты (JTAG, SWD, отладчики, логические анализаторы) используются?
19	Что такое энергонезависимая память и как она используется для сохранения параметров в микропроцессорных системах АСУ ТП?
20	Как оценить производительность микропроцессорного средства (тактовая частота, MIPS, DMIPS, производительность вычислений с плавающей точкой) для конкретной задачи АСУ ТП?
21	Что такое оценка надежности микропроцессорных средств? Какие показатели (MTBF, вероятность безотказной работы) рассчитываются?
22	Какие меры защиты информации реализуются на уровне микропроцессорных средств (аппаратное шифрование, защита памяти, безопасная загрузка)?
23	Как выполняется резервирование микропроцессорных средств в ответственных АСУ ТП? Какие схемы (холодный/горячий резерв, мажорирование) применяются?
24	Какие методы защиты микропроцессорных средств от внешних воздействий (вибрация, температура, влажность, электромагнитные помехи) предусмотрены для промышленного исполнения?
25	Что такое цифровая обработка сигналов (DSP) в контексте микропроцессорных средств? Какие задачи АСУ ТП она решает (фильтрация, ПИД-регулирование, спектральный анализ)?

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1. Выбор микропроцессорной платформы для периферийной задачи

Для автоматизированного участка требуется модуль сбора данных с 8 аналоговых датчиков (4–20 мА) и 4 дискретных датчиков. Передача данных – по Modbus TCP. Условия: температура до +60°C, влажность до 95%, промышленные помехи.

Задание: Выбрать платформу из предложенных: Arduino Industrial, STM32F407 с Ethernet-контроллером, Raspberry Pi 4, Siemens S7-1200. Обосновать выбор по критериям (стоимость, надёжность, производительность, промышленное исполнение). Составить спецификацию оборудования.

Задача 2. Расчёт производительности и надёжности

Рассчитать максимальную частоту вычислений ПИД-регулятора (30 операций с плавающей точкой) для STM32F407 (168 МГц, 1 операция – 2 такта) и для Arduino Uno (16 МГц, 1 операция – 4 такта).

Задание: Оценить, какая платформа подойдёт для управления быстрым процессом (частота 10 кГц), а какая – для медленного (частота 1 Гц). Рассчитать вероятность безотказной работы системы за год (MTBF=10000 ч). Сделать вывод.

Задача 3. Разработка программы для микроконтроллера

На STM32 реализовать опрос двух датчиков (ADC) и управление исполнительным механизмом (PWM) по алгоритму: если температура > 80°C – включить вентилятор на 100%, если 60–80°C – на 50%, если < 60°C – выключить.

Задание: Написать программу на C (основные блоки: инициализация ADC, PWM, основной цикл с условиями). Описать, какие периферийные модули задействованы. Предложить, как добавить защиту от сбоев (Watchdog).

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на экзамене - 30 минут;
- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Борисенко В. В.	Основы программирования	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	http://www.iprbookshop.ru/52206.html
Ю.В. Ревич	Программирование микроконтроллеров AVR: от Arduino к ассемблеру	Санкт-Петербург : БХВ-Петербург	2020	https://ibooks.ru/bookshelf/369879/reading
В.Н. Булатов	Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование: учебное пособие	Оренбург : Оренбургский государственный университет	2016	https://ibooks.ru/bookshelf/353839/reading
7.1.2 Дополнительная учебная литература				

Кудряшов, В. С., Иванов, А. В., Алексеев, М. В., Рязанцев, С. В., Тарабрина, О. В., Козенко, И. А., Гайдин, А. А., Свиридов, Д. А.	Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2014	http://www.iprbookshop.ru/47437.html
И.Н. Огородников	Микропроцессорная техника: введение в Cortex -M3. Учебное пособие	Москва : Флинта	2017	https://ibooks.ru/bookshelf/354749/reading

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска