

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_/тип.

**МИКРОПРОЦЕССОРЫ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности:

**1-53 01 07 «Информационные технологии и управление  
в технических системах»**

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления электроники и  
приборостроения, электротехнической,  
оптико-механической и  
станкоинструментальной  
промышленности

Министерства промышленности

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А. С. Турцевич

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области информатики и  
радиоэлектроники

\_\_\_\_\_ М. П. Батура

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С. А. Касперович

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И. В. Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 2018

**СОСТАВИТЕЛИ:**

О.А.Чумаков, доцент кафедры систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

С.И.Городко, ассистент кафедры систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 6 от 12.01.2018);

А.А. Лобатый, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Белорусского национального технического университета, доктор технических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол №4 от 23.10.2017);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № от . .2018);

Научно-методическим советом по автоматизации Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 1 от 23.10.2017).

Ответственный за выпуск: С.С.Шишпаронок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Микропроцессоры в системах управления» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Дисциплина «Микропроцессоры в системах управления» предусматривает изучение основ микропроцессорной техники и принципов ее использования в системах управления.

Предметом курса является техническое и программное обеспечение цифровых систем управления. В нем изучаются современная элементная база, некоторые приемы программирования, приводятся примеры решения конкретных технических задач. Поэтому курс занимает важное место в подготовке инженера, специализирующегося в области автоматического управления.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: формирование базовых знаний, позволяющих понимать принципы работы устройств на базе современных микропроцессоров и микроконтроллеров, а также навыков грамотного применения готовых и проектирования новых микропроцессорных систем управления.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных понятий микропроцессорной техники;
- приобретение знаний о принципах представления и обработки информации в цифровом виде;
- овладение методами построения аппаратного и программного обеспечения современных микропроцессорных систем управления;
- приобретение навыков разработки средств автоматизации управления технологическими процессами и необходимого для них программного обеспечения.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Микропроцессоры в системах управления» являются: «Математика», «Основы алгоритмизации и программирования», «Математические основы теории систем» (учебная дисциплина компонента учреждения высшего образования). В свою очередь учебная дисциплина «Микропроцессоры в системах управления» является базой для таких учебных дисциплин, как «Защита и технология передачи данных» (учебная дисциплина учреждения высшего образования) и «Тестирование и отладка аппаратно-программных комплексов» (учебная дисциплина учреждения высшего образования).

## ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Микропроцессоры в системах управления» формируются следующие компетенции:

### **академические:**

- 1) умение применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- 2) владение системным и сравнительным анализом;
- 3) владение исследовательскими навыками;
- 4) умение работать самостоятельно;
- 5) обладание навыками, связанными с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- 6) использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- 7) способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;

### **социально-личностные:**

- 1) обладание способностью к межличностным коммуникациям;
- 2) способность к критике и самокритике;
- 3) умение работать в команде;

### **профессиональные:**

- 1) способность осваивать современные и разрабатывать перспективные системы автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами преобразования энергии, вещества и информации;
- 2) умение разрабатывать алгоритмическое обеспечение для систем автоматического управления технологическими процессами и подвижными объектами;
- 3) способность осуществлять наладку и эксплуатацию работоспособности систем и средств автоматизации производственных процессов и поддерживать их нормальное функционирование;
- 4) умение пользоваться глобальными информационными ресурсами.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

### **знать:**

- структуру, функциональное назначение, принципы построения и логику работы микропроцессоров и микроконтроллеров;
- характеристики отечественных и зарубежных микропроцессорных комплектов;
- принципы программирования микропроцессорных систем;

### **уметь:**

- характеризовать структурные и принципиальные схемы микропроцессорных устройств;

- анализировать архитектуру микропроцессорных систем управления, элементную базу на уровне микропроцессорных комплектов, программы, реализующие типовые законы контроля и управления;

*владеть:*

- навыками анализа структурных и принципиальных схем микропроцессорных устройств;

- способами организации ввода - вывода в различных режимах;

- средствами программирования микропроцессорных устройств.

Программа рассчитана на 252 часа, из них 144 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 80 часов, лабораторных занятий – 64 часа.

Программа разработана без учета часов, отводимых на проведение текущей аттестации, определенной типовым учебным планом.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов
<b>Введение</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
<b>Раздел 1. Цифровые системы управления на базе микропроцессоров</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	-
Тема 1. Краткий исторический обзор развития микропроцессорной техники	1	1	-
Тема 2. Принципы построения цифровых систем управления	2	2	-
<b>Раздел 2. Архитектура управляющей микро-электронной вычислительной машины</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
Тема 3. Архитектура микропроцессора	2	2	-
Тема 4. Обработка информации в микропроцессоре	3	3	-
Тема 5. Управление обработкой информации	3	3	-
Тема 6. Память микропроцессорных систем	1	1	-
Тема 7. Организация ввода/вывода в микропроцессорной системе	3	1	2
Тема 8. Интерфейсы	4	2	2
<b>Раздел 3. Микроконтроллеры</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>8</b>
Тема 9. Вычислительное ядро микроконтроллера	4	2	2
Тема 10. Организация памяти МК	3	1	2

Наименование раздела, темы	Всего аудит. часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов
Тема 11. Система команд и методы адресации памяти	8	6	2
Тема 12. Периферийные элементы МК	6	4	2
<b>Раздел 4. Программная реализация алгоритмов управления</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>20</b>
Тема 13. Программная реализация алгоритмов контроля и регулирования	9	1	8
Тема 14. Реализация алгоритмов программного управления	9	1	8
Тема 15. Программная реализация алгоритмов контурного управления	5	1	4
<b>Раздел 5. Контроллеры для систем промышленной автоматизации</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-
Тема 16. Базовые средства автоматизации	2	2	-
Тема 17. Программируемые логические контроллеры	2	2	-
Тема 18. Структурные компоненты программируемых логических контроллеров	2	2	-
Тема 19. Методика выбора программируемого логического контроллера. Резервирование программируемого логического контроллера и устройств ввода-вывода	2	2	-
<b>Раздел 6. Программирование программируемых логических контроллеров</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
Тема 20. Инструменты программирования программируемых логических контроллеров	4	2	2
Тема 21. Языки программирования программируемых логических контроллеров	6	2	4
Тема 22. Компоненты организации программ	8	2	6
Тема 23. Данные и переменные	2	2	-
Тема 24. Основные команды. Стандартные функциональные блоки	10	2	8
Тема 25. Расширенные команды	6	2	4
<b>Раздел 7. Промышленные сети и интерфейсы</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>4</b>
Тема 26. Общие сведения о промышленных сетях	2	2	-
Тема 27. Интерфейсы RS-485, RS-422 и RS-	2	2	-

Наименование раздела, темы	Всего аудит. часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов
232. Интерфейс «токовая петля»			
Тема 28. HART-протокол	2	2	-
Тема 29. AS-интерфейс	1	1	-
Тема 30. CAN-протокол	2	2	-
Тема 31. Промышленная сеть Profibus-DP. Проектирование сети Profibus-DP	2	2	-
Тема 32. Промышленная сеть Profibus-PA	1	1	-
Тема 33. Промышленный Ethernet	6	2	4
Тема 34. Беспроводные сети систем управления	2	2	-
Тема 35. Резервирование промышленных сетей	2	2	-
<b>Раздел 8. Современные системы промышленной автоматизации</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>4</b>
Тема 36. Разновидности архитектур систем промышленной автоматизации	1	1	-
Тема 37. Применение интернет-технологий в системах промышленной автоматизации	2	2	-
Тема 38. Развитие программных средств автоматизации	1	1	-
Тема 39. Типовые средства организации человеко-машинного интерфейса	6	2	4
Тема 40. Стандарт OPC	2	2	-
Тема 41. SCADA-системы	2	2	-
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>80</b>	<b>64</b>

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Предмет курса, его задачи, связь с другими дисциплинами. Основные понятия и определения. Микропроцессор (МП), микроЭВМ, однокристалльный микроконтроллер, цифровой процессор сигналов. Особенности средств вычислительной техники при реализации систем управления.

### **Раздел 1. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ**

#### **Тема 1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Краткий исторический обзор развития микропроцессорной техники и этапы ее развития. Важнейшие характеристики аппаратного и программного обеспечения систем управления.

#### **Тема 2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Структура аппаратных средств типовой микропроцессорной системы управления (СУ). Особенности программной реализации алгоритмов управления. Гибкая и жёсткая логика построения СУ. Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС).

### **Раздел 2. АРХИТЕКТУРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ МИКРО-ЭВМ**

#### **Тема 3. АРХИТЕКТУРА МИКРОПРОЦЕССОРА**

Арифметико-логическое устройство, регистры общего назначения, устройство управления, шины, память, порты ввода/вывода. Классификация МП. Организация шин микропроцессорных систем. Понятие шины. Разрядность процессора и разрядность шины данных. Разрядность шины адреса. Шины с Z-состоянием. Нагрузочная способность шин, буферные усилители. МП с отдельными и с совмещёнными шинами.

#### **Тема 4. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В МИКРОПРОЦЕССОРЕ**

Процесс обработки информации в микропроцессоре на примере упрощённой схемы. Арифметико-логическое устройство. Вычитание в дополнительном коде. Регистры общего назначения. Модель МП с аккумулятором и без аккумулятора.

#### **Тема 5. УПРАВЛЕНИЕ ОБРАБОТКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Фазы выполнения команд. Цикл фон-Неймана. Реализация устройства управления. Схемное и микропрограммное управление. Конвейерное выполнение команд. CISC, RISC и VLIW архитектуры процессоров. Архитектура 8-разрядного микропроцессора.



## Тема 6. ПАМЯТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Классификация запоминающих устройств. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Принстонская (фон-Неймана) и гарвардская архитектуры построения памяти. Многомодульная организация и адресация памяти. Организация стековой памяти.

## Тема 7. ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА/ВЫВОДА В МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ

Программно-управляемый ввод/вывод. Механизм прерываний. Ввод/вывод в режиме прямого доступа к памяти.

## Тема 8. ИНТЕРФЕЙСЫ

Параллельный интерфейс. Сопряжение периферийных устройств. Последовательные интерфейсы. Асинхронные – RS-232, RS-422/485. Синхронные – SPI, I2C. Шины CAN, USB.

## Раздел 3. МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

### Тема 9. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ ЯДРО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Счётчик команд. Тактовый генератор. Схема начального сброса. Регистр статуса.

### Тема 10. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Память программ. Память данных. Электрически стираемая память. Загрузка программ в память (программирование).

### Тема 11. СИСТЕМА КОМАНД И МЕТОДЫ АДРЕСАЦИИ ПАМЯТИ

Язык Ассемблер. Классификация команд. Методы адресации. Формат команд. Команды пересылок. Способы представления чисел. Команды арифметических операций. Обработка двоично-десятичных чисел и двоичных чисел большой длины. Команды операций с битами. Команды логических операций, сравнения и сдвига. Команды безусловного и условного перехода. Организация цикла. Команды перехода к подпрограмме. Специальные команды.

### Тема 12. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Порты ввода/вывода микроконтроллера. Таймеры/счётчики. Аналого-цифровой преобразователь. Интерфейс SPI.

## Раздел 4. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

### Тема 13. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Алгоритмы контроля и двухпозиционного регулирования. Алгоритмы П-, ПИ- и ПИД-типа. Простейшие цифровые фильтры. Реализация алгоритмов пропорционального управления.

### Тема 14. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Реализация функций счета и временной задержки. Программная и аппаратная генерация импульсов и функций времени. Формирование функций времени.

### Тема 15. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ КОНТУРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Способы интерполяции, применяемые при контурном управлении. Понятие об оценочной функции. Примеры программ линейной и круговой интерполяции.

## Раздел 5. КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

### Тема 16. БАЗОВЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Общие подходы к реализации средств промышленной автоматизации и проблемы их выбора. Основные характеристики и особенности использования промышленных компьютеров, промышленных контроллеров и программируемых логических контроллеров (ПЛК) в области автоматизации. Сравнительные характеристики и оценки, стандартизация в области аппаратных платформ и шинных интерфейсов, современные аппаратные платформы для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.

### Тема 17. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Краткие исторические сведения. Назначение и функции ПЛК в системах управления. Требования к контроллеру. Классификация контроллеров. Архитектура контроллера. Производительность ПЛК. Условия работы ПЛК. Рабочий цикл. Стандарт IEC 61131. Время реакции ПЛК. Интеграция ПЛК в систему управления предприятием. Место ПЛК в системе управления. Распределенные системы управления.

### Тема 18. СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Процессорные модули ПЛК. Питание. Сигнальные платы. Модули ввода/вывода дискретных сигналов. Модули ввода/вывода аналоговых сигналов. Нарращивание количества входов/выходов. Средства визуализации технологического процесса. Коммуникационные модули. Модули специального

назначения. Размещение модулей. Подключение источника питания. Подключение входов. Подключение выходов.

#### Тема 19. МЕТОДИКА ВЫБОРА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА. РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА И УСТРОЙСТВ ВВОДА-ВЫВОДА

Критерии оценки ПЛК. Этапы выбора аппаратуры. Современный рынок контроллерных средств. Общие принципы резервирования. Модули ввода и датчики. Модули вывода. Процессорные модули. Резервирование источников питания.

#### Раздел 6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

#### Тема 20. ИНСТРУМЕНТЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Комплексы проектирования ИЕС 61131-3. Инструменты комплексов программирования ПЛК: встроенные редакторы, текстовые редакторы, графические редакторы, средства отладки, средства управления проектом.

#### Тема 21. ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Открытость программного обеспечения. Язык релейно-контактных схем, LD. Язык последовательных функциональных схем, SFC. Язык функциональных блоков, FBD. Язык списка инструкций, IL. Язык структурированного текста, ST.

#### Тема 22. КОМПОНЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММ

Структурирование программы пользователя. Виды структур программ пользователя. Организационный блок, функция, функциональный блок, блок данных. Согласованность данных.

#### Тема 23. ДАННЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ

Типы данных. Элементарные типы данных: целочисленные типы, логический тип, действительные типы, интервал времени, время суток и дата, иерархия элементарных типов. Пользовательские типы данных: массивы, структуры, перечисления, ограничение диапазона. Переменные: идентификаторы, распределение памяти переменных, символьная и абсолютная адресация. Преобразование типов.

#### Тема 24. ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ. СТАНДАРТНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ

Двоичная логика. Арифметические команды. Команды пересылки. Команды преобразования. Команды распознавания нарастающего и падающего

фронтон. Команды масштабирования и нормализации. Логические операции. Операции сравнения. Математические функции. Операции сдвига. Команды управления ходом программы. Стандартные функциональные блоки: триггеры, таймеры, счетчики.

#### Тема 25. РАСШИРЕННЫЕ КОМАНДЫ

Команды для часов и календаря. Операции над строками и символами. Команды управления ходом программы. Коммуникационные операции. Команды прерывания. PID-регулирование. Команды управления перемещением. Команды формирования импульсов.

### Раздел 7. ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

#### Тема 26. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ

Основные характеристики цифровых промышленных сетей. Топология промышленных сетей. Сравнительная характеристика основных топологий. Классификация промышленных сетей. Модель ISO/OSI. Методы организации доступа к линии связи. Физические каналы передачи данных. Тенденции развития промышленных сетей. Ethernet в промышленности. Применение промышленных сетей во взрывоопасных зонах.

#### Тема 27. ИНТЕРФЕЙСЫ RS-485, RS-422 И RS-232. ИНТЕРФЕЙС «ТОКОВАЯ ПЕТЛЯ».

Принципы построения. Стандартные параметры. Согласование линии передачи. Топология сети на основе интерфейса RS-485. Устранение состояния неопределенности линии. Сквозные токи. Расширение предельных возможностей. Интерфейсы RS-232 и RS-422. Интерфейс «токовая петля»: аналоговая «токовая петля», цифровая «токовая петля».

#### Тема 28. HART-ПРОТОКОЛ

Подключение и топология. Метод передачи данных. Реализация HART-протокола. Средства описания, параметрирования и подключения HART-устройств. Стандартизация.

#### Тема 29. AS-ИНТЕРФЕЙС

Краткие исторические сведения. Назначение, архитектура, особенности применения. Построение протокола, передача данных и модуляция. Надежность, безопасность передачи данных и распознавание ошибок. Стандартизация и сертификация.

#### Тема 30. CAN-ПРОТОКОЛ

Физический уровень. Канальный уровень. Протоколы прикладного уровня: CANopen, CAN Kingdom, Device Net, SDS. Сравнение протоколов.

### Тема 31. ПРОМЫШЛЕННАЯ СЕТЬ PROFIBUS-DP. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ PROFIBUS-DP

Общая характеристика сети. Передача информации в сети PROFIBUS-DP. Управление доступом к шине PROFIBUS. Топология сетей PROFIBUS. Проектирование сети PROFIBUS-DP: варианты конфигурации сети, пример проектирования сети.

### Тема 32. ПРОМЫШЛЕННАЯ СЕТЬ PROFIBUS-PA

Общие сведения и основные компоненты. Передача информации в сети PROFIBUS-PA. Конфигурация сетей PROFIBUS-PA.

### Тема 33. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ETHERNET

Общие сведения. Отличительные особенности. Физический уровень. Канальный уровень. Пример конфигурации сети Ethernet. Сети Ethernet с использованием технологии коммутируемых сетей. Modbus TCP. Стандарт Profinet.

### Тема 34. БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Проблемы беспроводных сетей. Сети GSM. Сети GPRS. Беспроводные системы связи третьего и четвертого поколения (3G и 4G). Технология WiFi. Беспроводная технология Bluetooth. Сравнение беспроводных сетей.

### Тема 35. РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

Сети Profibus, Modbus, CAN. Сети Ethernet. Резервирование беспроводных сетей. Оценка надежности резервированных систем.

## Раздел 8. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

### Тема 36. РАЗНОВИДНОСТИ АРХИТЕКТУР СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Требования к архитектуре. Простейшая система. Распределенные системы автоматизации. Принципы и основы интеграции систем управления. ERP- и MES-системы верхнего уровня распределенных систем управления.

### Тема 37. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Проблемы и их решение. Основные понятия технологии интернета. Принципы управления через интернет. Микро веб-серверы. Примеры применения.

Тема 38. РАЗВИТИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ  
Общие сведения. Графическое программирование. Графический интерфейс. Открытость программного обеспечения. Связь с физическими устройствами. Базы данных. Операционные системы реального времени.

#### Тема 39. ТИПОВЫЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО- МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Назначение человеко-машинного интерфейса. Подходы к проектированию интерфейсов. Методология разработки интерфейсов. Стандартизация. Этапы разработки пользовательского интерфейса. Определение функциональных требований к интерфейсу. Дискретное управление и индикация. Графические дисплеи и терминалы. Промышленные компьютеры для станций супервизорного управления. Программное обеспечение средств человеко-машинного интерфейса. Диалоговые средства, встроенные продукты.

#### Тема 40. СТАНДАРТ OPC

Обзор стандарта OPC. OPC DA сервер. OPC HDA сервер. Спецификация OPC UA. Применение OPC сервера с Matlab.

#### Тема 41. SCADA-СИСТЕМЫ

Функции SCADA. Свойства SCADA . Программное обеспечение.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### ОСНОВНАЯ

1. Хартов, В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих: учеб. пособие / В.Я.Хартов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012. – 280 с. : ил.
2. Васильев, А. Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений : учеб. пособие / А. Е. Васильев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 304 с.
3. Белов, А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / А. В. Белов. – СПб. : Наука и Техника, 2008. – 544 с.
4. Бродин, В. Б. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс / В. Б. Бродин, И. И. Шагурин. – М. : ЭКОМ, 1999. – 400 с.
5. Сташин, В. В. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах / В. В. Сташин, А. В. Урусов, О. Ф. Мологонцева. – М. Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.

6. Петров, И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И. В. Петров. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

7. Шишов, О.В. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / О.В.Шишов. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 396 с.

8. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

9. Густав Олссон, Джангуидо Пиани Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.: ил

10.Николайчук О.И. Системы малой автоматизации – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 256 с.

11.Стещенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera: проектирование устройств обработки сигналов. – М.: ДОДЭКА, 2000. – 128 с.

12. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. – М.: Изд-во ЭКОМ, 2002. – 400 с.

13. Ившин, В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учеб. пособие / В.П. Ившин, М.Ю.Петрухин. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 402 с.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- работа над текстами лекций;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку.

#### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Микропроцессоры в системах управления» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля знаний по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- письменные отчеты по домашним практическим упражнениям;
- визуальные лабораторные работы.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы и технологии обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

- элементы проблемного изложения материала, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы деловой игры, реализуемые на лабораторных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Основы программирования микроконтроллеров на языке Ассемблер.
2. Изучение и работа с интегрированной средой разработки AVR Studio для микроконтроллеров Atmel. Отладка программ.
3. Исследование команд передачи данных.
4. Изучение алгоритмов арифметической обработки данных.
5. Изучение алгоритмов логической обработки данных.
6. Изучение организации ввода/вывода информации. Механизм прерываний.
7. Изучение алгоритмов программного управления. Временные задержки. Таймеры/счётчики.
8. Изучение алгоритмов программного управления с использованием последовательных интерфейсов.
9. Программная реализация типовых функций управления.
10. Исследование системы прерываний микроконтроллера.
11. Исследование таймеров-счётчиков.
12. Разработка и отладка многомодульных программ для AVR.
13. Исследование методов сопряжения МК с клавиатурой.
14. Исследование методов сопряжения МК с индикаторами и линейным дисплеем.
15. Изучение и работа с компилятором языка Си AVR-GCC.
16. Ознакомление с основами программирования ПЛК в пакете прикладных программ.



17. Изучение основных приемов, применяемых при программировании ПЛК.

18. Разработка и исследование управляющих программ с использованием временных задержек.

19. Разработка и исследование управляющих программ с использованием счетчиков.

20. Разработка управляющих программ с использованием команд сравнения, арифметических операций и команд сдвига.

21. Обработка аналоговых сигналов в ПЛК.

22. Соединение двух ПЛК.

23. Изучение основных приемов работы с панелями операторов.

#### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

1. AVR Studio, Proteus 8 Professional.

2. TIA Portal V13.

3. CoDeSys.

4. Multiprog.

5. PC Worx.

6. CX-Programmer.