

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа бакалавриата
по направлению подготовки
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Микропроцессорные устройства систем управления

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Системы, методы и средства цифровизации и управления

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2053
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Микропроцессорные устройства систем управления» (МУСУ) являются:

- подготовка специалиста в области разработки аппаратных и программных средств систем управления на базе микроконтроллеров (МК) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- формирование навыков разработки программного обеспечения современных систем автоматического управления и сбора данных на базе МК и ПЛИС.

Основной задачей изучения учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства систем управления» является формирование у обучающегося компетенций для проектно-конструкторской деятельности. Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с типами задач профессиональной деятельности):

Проектно-конструкторская деятельность:

- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления;
- расчет и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;
- разработка проектной и рабочей документации, оформление отчетов по законченным проектно-конструкторским работам;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-7 - Способен разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;

ПК-8 - Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков, компонент и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;

ПК-11 - Способен выявлять возможности и потребности приложения программных и аппаратных средств автоматизации и управления в системах автоматического управления на транспорте.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- действующую нормативную базу, регламентирующую разработку проектной документации.
- методики и технологии проектирования отдельных блоков, компонент и устройств систем автоматизации и управления.
- программные и аппаратные средства автоматизации и управления в системах автоматического управления на транспорте.

Уметь:

- Разрабатывать и оформлять техническую документацию.
- Выполнять разработку комплекта технологических документов в соответствии с выбранным способом и имеющимися стандартами.
- Разрабатывать проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления.
- Применять современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику при проектировании.
- Разрабатывать архитектуру, конфигурацию и интерфейсы информационных систем и систем управления.

Владеть:

- навыками обоснованного выбора стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.
- навыками выявлять возможности и потребности приложения программных и аппаратных средств автоматизации и управления в системах автоматического управления на транспорте.
- навыками находить и устранять синтаксические и логические ошибки, которые возникают в процессе отладки программ.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	80	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	48	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 108 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Структуры МП систем автоматического управления и контроля Рассматриваемые вопросы: - Архитектура МК - Назначение, область применения и особенности МП устройств систем управления. - Содержание и задачи курса. - Назначение, область применения и особенности МК устройств систем управления. - Производительность МК при использовании конвейера. - Основные виды МК и их сравнительные характеристики. - Принципы выбора МК.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Принципы структурирования: топологический, функциональный, временной. - Виды структур: централизованные, распределенные, иерархические.
2	Микропроцессорные комплекты и их особенности. Рассматриваемые вопросы: - Архитектура МП устройств - CISC–архитектура, RISC–архитектура - Микропроцессорные комплекты и их особенности. - Архитектура МП устройств - Принципы выбора МП средств. - Центральный процессор. - Генератор тактовых импульсов. - Системный контроллер. - Принципы сопряжения устройств МП систем. - Центральный процессор. - Генератор тактовых импульсов. - Системный контроллер. - Принципы сопряжения устройств МП систем. - Память МП устройств.
3	Параллельный ввод-вывод дискретных сигналов Рассматриваемые вопросы: - Аппаратные средства для ввода дискретных сигналов. - Аппаратные средства. - Вывод дискретных сигналов. - Статическая и динамическая индикация. - Вывод дискретных сигналов. - Статическая и динамическая индикация. - Ввод дискретных сигналов.
4	Схемы подключения дискретных датчиков. Рассматриваемые вопросы: - Особенности контроля контактных датчиков. - Схемы подключения дискретных датчиков. - Особенности контроля контактных датчиков. - Аппаратные и программные средства защиты от дребезга.
5	Организация ввода-вывода аналоговых сигналов Рассматриваемые вопросы: - ЦАП и АЦП, применяемые в МП устройствах систем управления. - Алгоритмы и программы ввода-вывода аналоговых сигналов.
6	Организация ввода-вывода импульсных сигналов Рассматриваемые вопросы: - Преобразователи импульсных сигналов. - Универсальный программируемый таймер. - Алгоритмы и программы ввода-вывода импульсных сигналов.
7	Организация последовательного обмена информацией в распределенных МП системах Рассматриваемые вопросы: - Универсальный асинхронный приемопередатчик UART. - Универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик.
8	Формат передачи данных с использованием интерфейса UART Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Формат передачи данных с использованием интерфейса UART - Назначение, структура, режимы работы.
9	Работа в асинхронном режиме Рассматриваемые вопросы: - Работа в асинхронном режиме - Алгоритмы и программы обмена массивами информации МП устройств.
10	Прерывания МК Рассматриваемые вопросы: - Назначение внешних прерываний. - Многоуровневая система приоритетных прерываний. - Таблица векторов прерываний. - Внешние прерывания МК типа ATmega8535. - Разрешение обработки внешних прерываний. - Требования к устройствам сопряжения по помехоустойчивости и отказоустойчивости. - Экранирование, оптронные и трансформаторные развязки.
11	Условия генерации прерываний. Рассматриваемые вопросы: - Условия генерации прерываний. - Флаги прерываний. - Прерывания от таймеров счетчиков. - Предделители таймеров-счетчиков и управление ими. - Управление тактовым сигналом. - Резервирование и диагностика МП устройств. - Направления развития МП устройств.
12	Системы управления на базе микропроцессорной системы Рассматриваемые вопросы: - Структура микропроцессорных систем управления - Назначение, область применения и особенности МК и ПЛИС устройств систем управления. - Содержание и задачи курса. - Гарвардская архитектура, производительность МК при использовании конвейера. - Основные виды МК и их сравнительные характеристики. - Принципы выбора МК.
13	Микропроцессорная система управления шаговым двигателем и режимы работы электропривода Рассматриваемые вопросы: - Микропроцессорная система управления шагового двигателя и режимы работы электропривода RISC-архитектура. - Ядро МК. Организация памяти программ и памяти данных, энергонезависимая память. - Регистры общего назначения. - Счетчик команд и выполнение программы. - Типы команд. - Пересылки данных. - Перехода. - Режимы работы МК. - Тактирование, режимы пониженного потребления и сброс. - Прерывания. - Таблицы векторов прерывания. - Внешние прерывания.
14	Исполнительные механизмы на базе электропривода постоянного тока Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Системы широтно-импульсный преобразователь-двигатель постоянного тока Порты А, В, С, D. - Управление входами/выходами и контроль состояния. - Программно доступные регистры данных, направления передачи, состояния. - Структурная схема разрядов порта. - Режимы ввода и вывода. - Альтернативные функции портов. - Программирование работы с портами.
15	Микропроцессорные системы с широтно-импульсным способом управления. Рассматриваемые вопросы: - Микропроцессорные системы с широтно-импульсным способом управления. - Пример ассемблерной программы ввода/вывода дискретных сигналов. - Особенности ввода сигналов контактных датчиков.
16	Способы управления ШИП-ДПТ Рассматриваемые вопросы: - Симметричное и несимметричное управление на базе микроконтроллера Atmega8535 - Схема включения семисегментных индикаторов. - Программная реализация. - Схема алгоритма кодирования символов. - Схема алгоритма Динамической индикации. - Структура жидкокристаллического индикатора. - Режимы работы. - Назначение выводов. - Режимы работы и записи информации. - Схема алгоритма управления. - Пример программы для МК типа ATmega8535.
17	Микропроцессорные системы управления замкнутыми системами Рассматриваемые вопросы: - Микропроцессорные системы управления замкнутыми системами - Назначение внешних прерываний. - Многоуровневая система приоритетных прерываний. - Таблица векторов прерываний. - Внешние прерывания МК типа ATmega8535. - Разрешение обработки внешних прерываний. - Условия генерации прерываний. - Флаги прерываний. - Прерывания от таймеров счетчиков. - Предделители таймеров-счетчиков и управление ими. - Управление тактовым сигналом.
18	Системы Тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока Рассматриваемые вопросы: - Режимы работы 8-битных и 16-битных таймеров-счетчиков. - Режимы суммирующего счетчика, сброса при совпадении. - Виды ШИМ. - Быстродействующий ШИМ, ШИМ с точной фазой, ШИМ с точной фазой и частотой. - Сторожевой таймер.
19	Разомкнутые системы, микропроцессорные системы управления Рассматриваемые вопросы: - Типовая структура системы автоматического регулирования. - Типовая структура МПСУ управляемым выпрямителем - Функционирование модуля АЦП. - Структурная схема модуля АЦП.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
20	Построение и реализация программной МПСУ управляемым выпрямителем Рассматриваемые вопросы: - Режимы работы преобразователя. - Запуск преобразования в режимах одиночного и непрерывного преобразования. - Результат преобразования.
21	Типовая структура программного обеспечения Рассматриваемые вопросы: - Типовая структура программного обеспечения МПСУ управляемым выпрямителем - Структура и назначение аналогового компаратора.
22	Представление гармонического сигнала Рассматриваемые вопросы: - Микропроцессорная реализация непрерывных сигналов - Последовательный периферийный интерфейс SPI.
23	Расчет кода модуляции. Рассматриваемые вопросы: - Расчет кода модуляции. - Аппаратные способы реализации ШИМ - Двухпроводный последовательный интерфейс TWI.
24	Микропроцессорная реализации синусоидальной ШИМ Рассматриваемые вопросы: - Особенности микропроцессорной реализации синусоидальной ШИМ - Универсальный синхронно/асинхронный приемо-передатчик USART/UART.
25	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) Рассматриваемые вопросы: - Классификация ПЛИС. - Программируемые логические матрицы - Простые БИС программируемой логики. - Сложные программируемые логические устройства.
26	Сложные программируемые логические устройства (CPLD). Рассматриваемые вопросы: - Сложные программируемые логические устройства (CPLD). - Внутреннее устройство CPLD. - Разработка цифровых устройств на CPLD - Оперативно программируемые логические матрицы – FPGA.
27	Программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA) Рассматриваемые вопросы: - Программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA) - Средства проектирования цифровых устройств на ПЛИС.
28	Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы фирмы National Instruments Рассматриваемые вопросы: - Виртуальные измерительные приборы и программное обеспечение National Instruments. - Организация среды проектирования LabVIEW - Реконфигурируемые модули ввода-вывода LabVIEW FPGA. - Организация проектирования LabVIEW. - Технология программирования в графической среде LabVIEW. - Разработка лицевой панели и блок-диаграммы. - Технология отладки программ в LabVIEW.
29	Техника программирования в графической среде LabVIEW Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Техника программирования в графической среде LabVIEW - Состав и среда проектирования LabVIEW FPGA. - Палитра LabVIEW FPGA. - Этапы разработки. - Компиляция FPGA VI. - Направления развития систем управления на МК и БИС программируемой логики.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Аппаратные и программные средства учебного микропроцессорного комплекта УМК Изучение состава учебного микропроцессорного комплекта (УМК): функциональных блоков, модулей ввода-вывода, переключателей, индикаторов. Знакомство с программным обеспечением для моделирования и отладки. Загрузка тестовой программы, проверка работоспособности отдельных узлов.
2	Аппаратные и программные средства микропроцессорных устройств для параллельного вывода и индикации дискретной информации Изучение принципов работы параллельных портов вывода. Подключение светодиодных индикаторов к портам микроконтроллера. Разработка программы для вывода двоичных чисел на светодиодную линейку. Реализация бегущих огней и других динамических эффектов.
3	Аппаратные и программные средства параллельного ввода дискретной информации в микропроцессорных устройствах Изучение принципов работы параллельных портов ввода. Подключение тактовых кнопок и тумблеров. Разработка программы для опроса состояния переключателей и отображения их состояния на светодиодах. Реализация антидребезга контактов программными средствами.
4	Организация ввода и вывода аналоговой информации в микропроцессорных системах Настройка модуля АЦП микроконтроллера. Подключение переменного резистора (потенциометра) к аналоговому входу. Разработка программы для измерения входного напряжения и вывода результата в двоичном или десятичном виде на светодиодные индикаторы. Исследование влияния разрядности АЦП на точность измерения.
5	Организация ввода и вывода импульсных сигналов в микропроцессорных системах Настройка таймера микроконтроллера в режиме счета внешних импульсов. Подключение генератора импульсов (или кнопки, генерирующей импульсы). Разработка программы для измерения частоты следования импульсов или подсчета их количества. Вывод результатов на индикацию.
6	Организация последовательного обмена информацией в распределенных микропроцессорных системах Изучение принципов работы интерфейса UART. Настройка модуля USART микроконтроллера на заданную скорость передачи (9600, 115200 бод). Разработка программы для передачи тестовых сообщений на ПК и приема команд с ПК. Организация двустороннего обмена данными между двумя микроконтроллерами.
7	Исследование шагового двигателя Изучение конструкции и принципов управления шаговым двигателем. Подключение шагового

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	двигателя к микроконтроллеру через драйвер. Разработка программы для реализации различных режимов работы: полношаговый, полшаговый. Управление направлением и скоростью вращения.
8	Реализация системы управления шагового двигателя Разработка комплексной программы для управления шаговым двигателем с обратной связью от концевых датчиков. Реализация функции автоматического позиционирования (перемещение на заданное количество шагов). Отображение текущей позиции на индикаторах.
9	Исследование системы широтно-импульсный преобразователь-двигатель постоянного тока Изучение принципов широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Настройка таймера микроконтроллера на генерацию ШИМ-сигнала. Подключение двигателя постоянного тока через транзисторный ключ. Исследование зависимости скорости вращения двигателя от коэффициента заполнения ШИМ.
10	Реализация системы ШИП-ДПТ с симметричным управлением Разработка программы для управления двигателем постоянного тока с реверсом. Использование H-моста (интегрального или дискретного). Реализация симметричного закона управления (изменение полярности и скважности сигналов для реверса и регулирования скорости).
11	Реализация системы ШТП-ДПТ с несимметричным управлением Разработка программы для управления двигателем постоянного тока с реализацией несимметричного закона управления. Исследование энергетических характеристик и качества переходных процессов при различных законах управления. Сравнение с симметричным управлением.
12	Реализация замкнутой по скорости системы ШИП-ДПТ с симметричным управлением Подключение датчика обратной связи по скорости (тахогенератора или энкодера). Настройка микроконтроллера для обработки сигналов датчика. Реализация простого П-регулятора для поддержания заданной скорости вращения двигателя. Исследование точности поддержания скорости при изменении нагрузки.
13	Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока Изучение принципов работы тиристорного преобразователя. Формирование управляющих импульсов для тиристоров с помощью микроконтроллера (фазоимпульсное управление). Исследование формы напряжения и тока на нагрузке при различных углах управления.
14	Реализация разомкнутой системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока Разработка программы для микроконтроллера, реализующей фазоимпульсное управление тиристорами. Синхронизация с сетью (использование детектора нуля). Исследование механических характеристик двигателя при разомкнутой системе управления.
15	Исследование разомкнутой системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока Разработка программы для микроконтроллера ATmega8535, реализующей ПИД-регулятор скорости двигателя. Организация передачи текущих параметров (скорость, ток) на ПК через USART. Прием задающего воздействия с ПК. Построение графиков переходных процессов в терминальной программе.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
2	Подготовка к лабораторным работам.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Организация ввода и вывода аналоговой информации в микропроцессорных системах.

Организация последовательного обмена информацией в распределенных микропроцессорных системах.

Организация ввода/вывода дискретной информации в микропроцессорной системе на основе микроконтроллера ATmega8535.

Организации последовательного обмена информацией с помощью универсального синхронно/асинхронный приемо-передатчика USART с использованием комплекса AVR Studio 4 для микроконтроллера ATmega8535.

Система управления технологическими потоками.

Устройство беспроводного дистанционного управления.

Преобразователь параметров датчиков – распределителей зажигания.

Сигнализатор неоптимального режима работы двигателя.

Система контроля параметров гальванической металлизации изделия.

Система контроля с речевым выводом информации.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Микропроцессорные системы Шилин А. А. Учебное пособие Томский политехнический университет,- 154 с. - ISBN 978-5-4387-0923-7 , 2020	https://reader.lanbook.com/book/246050
2	Микропроцессорные системы: Методические указания по выполнению лабораторных работ Бражникова Е. В. Учебно-методическое издание М.: МИРЭА - Российский технологический университет. - 39 с. , 2020	https://reader.lanbook.com/book/163857

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет прикладных программ УМК,

Эмулятор УМК,

Программа AVR Studio 4,

Пакет LabVIEW,

Конструктор тестов адаптивной среды тестирования «АСТ».

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

Зачет в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Управление и защита
информации»

Л.Н. Логинова

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ

Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин