

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета
А.Д.Король

15 июля 2024 г.
Регистрационный №УД-13604/уч.



ВСТРАИВАЕМЫЕ УСТРОЙСТВА

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

**1 - 31 03 08 Математика и информационные технологии (по
направлениям)**

Направление специальности:

1 - 31 03 08 – 02 Математика и информационные технологии
(математическое и программное обеспечение мобильных устройств)

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 01-2021 и учебного плана № G31-1-017/уч. от 25.05.2021.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Е. Бухтояров, доцент кафедры математической кибернетики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

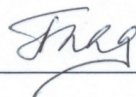
М.И. Вашкевич, профессор кафедры электронных вычислительных средств Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доктор технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математической кибернетики БГУ
(протокол № 11 от 31.05.2024)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 28.06.2024)

Заведующий кафедрой
математической кибернетики



А.Л. Гладков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В современных микропроцессорах воплощены самые передовые достижения научной и инженерной мысли. В условиях, свойственных данной отрасли производства, жесткой конкуренции и огромных капиталовложений выпуск каждой новой модели микропроцессора, так или иначе, связан с очередным научным, конструкторским, технологическим прорывом, хотя, в силу большой внутренней сложности, внутри одного семейства разработчики, по возможности, стараются использовать унифицированные наработанные решения и сохранять программную совместимость моделей.

Изучение такой интенсивно развивающейся и наукоемкой предметной области, как микроэлектроника и микропроцессорная техника, в частности, — задача весьма интересная и сложная, требующая постоянного совершенствования и пополнения получаемых знаний и знакомства со смежными научно-техническими областями. Для эффективного решения прикладных задач любой современный специалист, профессионально связанный с вычислительной техникой, должен иметь адекватное представление о состоянии и перспективах развития элементной базы.

В рамках дисциплины излагаются основные идеи, концепции и направления проектирования и разработки цифровых устройств и встраиваемых систем.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Встраиваемые устройства» является изучение принципов организации современных встраиваемых систем на различных уровнях, включая аппаратный уровень цифровых устройств, уровень микрокоманд, систему команд, уровень архитектурной поддержки механизмов операционных систем.

Основными задачами, решаемыми в рамках изучения дисциплины «Встраиваемые устройства», являются

- изучение принципов построения цифровых устройств;
- приобретение навыков моделирования цифровых систем;
- изучение принципов работы микроконтроллеров, микропроцессоров и систем на их основе;
- приобретение навыков низкоуровневого программирования на ассемблере.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием: учебная дисциплина относится **дисциплинам специализации** компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами. Изложение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Методы программирования» и «Дискретная математика и теория графов».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Встраиваемые устройства» должно обеспечить формирование следующей **специализированной компетенции**:

– Выполнять проектирование, разработку, тестирование, и маркетинг информационных решений в сети Интернет с учетом их последующего масштабирования и обработки возникающих больших объемов данных.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

– принципы построения, функционирования и синтеза цифровых устройств;

– принципы анализа цифровых устройств с использованием средств компьютерного моделирования;

– принципы работы микроконтроллеров, микропроцессоров и систем на их основе;

уметь:

– использовать ЭВМ для моделирования параметров и характеристик цифровых логических элементов;

– синтезировать схемы цифровых устройств;

– выполнять функциональный анализ различных цифровых устройств и определять их основные характеристики и параметры;

– разрабатывать программы для микроконтроллерных систем;

владеть:

– методами синтеза, анализа и расчета цифровых устройств;

– приемами низкоуровневого программирования микроконтроллерных систем.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 7-м семестре. В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Встраиваемые устройства» отведено для очной формы получения высшего образования – 90 часов, из них 36 аудиторных часа, в том числе: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 18 часов. **Из них:**

лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 16 часа, управляемая самостоятельная работа – 2 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы построения цифровых устройств

Тема 1.1 Арифметические основы цифровых устройств

Системы счисления: десятичная, двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная. Сложение и вычитание двоичных чисел. Форматы представления чисел: числа с фиксированной и плавающей точкой.

Тема 1.2. Логические основы цифровых устройств

Основы алгебры логики. Выполнение логических операций. Способы представления функций. Таблица истинности. Переход от табличного представления функции к алгебраическому. Частично определенные функции. Минимизация логических функций. Карты Карно.

Тема 1.3. Функциональные узлы комбинационного типа

Методика синтеза комбинационных устройств. Преобразователи кодов. Шифраторы, дешифраторы. Мультиплексеры и демультиплексеры. Компараторы. Сумматоры, арифметико-логические устройства.

Тема 1.4. Функциональные узлы последовательного типа

Триггерные устройства. JK, RS, D, T триггеры. Регистры. Двоичные и десятичные счетчики. Счетчики с изменяемым модулем счета. Синхронные и асинхронные устройства. Методика синтеза последовательностных устройств.

Тема 1.5. Основы прикладной теории автоматов

Определение абстрактного автомата. Автоматы Мили и Мура. Реакция автоматов Мили и Мура на входное слово. Эквивалентность автоматов. Преобразование автомата Мили в автомат Мура. Преобразование автомата Мура в автомат Мили. Способы описания автоматов: табличный, графический способы задания автомата, граф-схема алгоритма (ГСА), формулы переходов, логическая схема алгоритма (ЛСА).

Тема 1.6. Структурный синтез автоматов

Элементная база структурного синтеза автомата. Кодирование состояний, входных и выходных состояний абстрактного автомата. Методы структурного синтеза: канонический метод структурного синтеза, графический метод структурного синтеза.

Тема 1.7. Запоминающие устройства

Классификация ЗУ. Принципы построения. Статические и динамические ЗУ. ОЗУ, ПЗУ, ЭСППЗУ. Схемотехническая реализация элементов памяти. Принципы построения систем памяти.

Тема 1.8. Интерфейсы встраиваемых систем

Порты общего назначения. Последовательные интерфейсы: USB, SPI, I2C, UART. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование.

Дискретизация сигнала по уровню и во времени (квантование). Теорема Найквиста-Котельникова. Широтно-импульсная модуляция.

Раздел 2. Программирование встраиваемых устройств

Тема 2.1. Основы архитектуры вычислительных устройств

Архитектура системы команд. Типы и форматы операндов. Типы команд. Форматы команд. Функциональная схема фон-неймановской вычислительной машины. Микрооперации и микрокоманды. Цикл команды.

Тема 2.2. Структурная схема МК 8051

Выводы микросхемы; порты ввода-вывода; АЛУ; регистр временного хранения, аккумулятор, регистр В, регистр состояния программы PSW; счетчик команд, регистр указателя данных DPTR; блок управления: устройство выработки временных интервалов, логика ввода-вывода, регистр команд, дешифратор команд, ПЛМ и логика управления ЭВМ; память данных; память программ; шина данных; шина адреса.

Тема 2.3. Организация памяти МК 8051

Память программ; память данных; младшие адреса ПП; внутреннее ОЗУ; регистры специальных функций; банки регистров; указатели банка рабочих регистров RS0 и RS1; прямо адресуемые биты.

Тема 2.4. Система команд МК 8051

Арифметические команды; логические команды с байтовыми переменными; команды передачи данных; команды битового процессора; команды ветвления программ и передачи управления; способы адресации операндов: регистровая адресация, прямая адресация, косвенно-регистровая адресация, непосредственная адресация.

Тема 2.5. Порты МК 8051

Направление ввода-вывода; адреса портов при байтовой и битовой адресации; структура разряда портов P0-P3; чтение и запись из порта; альтернативные функции выводов порта P3.

Тема 2.6. Блок таймеров/счетчиков МК 8051

Таймеры/счетчики TC0, TC1; регистры TCON, TMOD и их биты; режимы работы TC.

Тема 2.7. Система прерываний МК 8051

Источники прерываний; приоритет прерываний; начальный адрес процедуры обработки прерываний; вектор прерываний; алгоритм обработки прерываний; возврат из прерываний.

Тема 2.8. Последовательный порт МК 8051

Запись и чтение в/из порта. Режимы последовательного порта. Задание скорости работы порта.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы построения цифровых устройств	8			8		2	
1.1	Арифметические основы цифровых устройств	1			1			Устный опрос
1.2	Логические основы цифровых устройств	1			1			Защита лабораторной работы
1.3	Функциональные узлы комбинационного типа	1			1			Защита лабораторной работы
1.4	Функциональные узлы последовательного типа	1			2			Устный опрос
1.5	Основы прикладной теории автоматов	1			1			Устный опрос
1.6	Структурный синтез автоматов	1					2	Контрольная работа
1.7	Запоминающие устройства	1			1			Устный опрос
1.8	Интерфейсы встраиваемых систем	1			1			Контрольная работа № 1 по разделу 1
2	Программирование встраиваемых устройств	10			8			
2.1	Основы архитектуры вычислительных устройств	1			1			Устный опрос
2.2	Структурная схема МК 8051	2			1			Устный опрос

2.3	Организация памяти МК 8051	2			1			Устный опрос
2.4	Система команд МК 8051	1			1			Защита лабораторной работы
2.5	Порты МК 8051	1			1			Коллоквиум
2.6	Блок таймеров/счетчиков МК 8051	1			1			Защита лабораторной работы
2.7	Система прерываний МК 8051	1			1			Защита лабораторной работы
2.8	Последовательный порт МК 8051	1			1			Контрольная работа №2 по разделу 2
	ИТОГО	18			16		2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. Дополнение по архитектуре ARM = Digital Design and Computer Architecture / Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис; [пер. с англ. А. А. Слинкина ; науч. ред. Д. А. Косолобов]. - Москва: ДМК Пресс, 2019. - 355 с.
2. Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 4-е изд. дополненное и переработанное / С.А. Орлов. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 688 с. - ISBN 978-5-4461-0811-4. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/21994/reading>.
3. Ожиганов, А. А. Теория автоматов : учебное пособие / А. А. Ожиганов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/40714>.
4. Однокристалльные микроЭВМ. / А.В.Боборыкин, Г.П.Липовецкий, Г.В.Литвинский и др. - М.: МИКАП, 1994. - 400 с.

Дополнительная литература

5. Князьков, В. С. Введение в теорию автоматов : учебное пособие / В. С. Князьков, Т. В. Волченская. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 89 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100715>.
6. Микроконтроллеры семейства MCS-51. Теория и практика: учебно-методическое пособие / Е. В. Моисейкин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 144 с.
7. Структурная организация и архитектура компьютерных систем: Проектирование и производительность / Уильям Столлингс; [Пер. с англ. и ред. В. Т. Тертышного]. - 5. изд. - М. [и др.]: Вильямс, 2002. - 892 с.
8. Архитектура ЭВМ и систем: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Информационные системы" / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2006. - 718с.
9. Организация ЭВМ = Computer Organization / К.Хамахер, З.Вранешич, С.Заки; Пер. с англ. О.Здир. - 5-е изд. - СПб. и др.: Питер, 2003. - 845с.
10. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. Паттерсон, Дж. Хеннесси; [пер. с англ. Н. Вильчинского]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2012. - 777 с.
11. Компьютерная архитектура. Количественный подход / Джон Л. Хеннесси, Дэвид А. Паттерсон; пер. с англ. М. В. Таранчевой под ред. А. К. Кима. - Изд. 5-е. - Москва: Техносфера, 2016. - 935 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

С целью текущего контроля знаний студентов предусматривается проведение коллоквиума, устных опросов, контрольных работ и защит лабораторных работ.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Встраиваемые устройства» учебным планом предусмотрен зачет.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.6. Структурный синтез автоматов. (2 ч)

Задание. Синтезировать и промоделировать схему заданного автомата.

Форма контроля – контрольная работа.

Примерная тематика контрольных работ

- Контрольная работа № 1. «Структурный синтеза автомата»: используя один из методов структурного синтеза автомата разработать и промоделировать схему автомата на триггерах
- Контрольная работа № 2. «Программирование встраиваемого устройства»: на виртуальном стенде EdSim создать необходимую аппаратную конфигурацию и написать управляющую программу в соответствии с вариантом.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Арифметические операции над двоичными числами
2. Основы моделирования цифровых устройств
3. Синтез устройств последовательностного типа
4. Программирование арифметических действий на ассемблере МК 8051 (EdSim)
5. Использование прерываний для работы с внешними устройствами МК 8051 (EdSim)
6. Использование таймеров МК 8051

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **экспериментальный подход**, который предполагает:
– осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;

- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

При организации образовательного процесса используется также **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной теме дисциплины;
- выполнение домашнего задания;
- проведение научно-исследовательских работ для выполнения практических заданий;
- подготовка к участию в научных и научно-практических конференциях и конкурсах.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Системы счисления: десятичная, двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная. Сложение и вычитание двоичных чисел.
2. Способы представления булевых функций
3. Основные формулы алгебры логики.
4. Минимизация логических функций. Карты Карно.
5. Одноразрядные сумматоры.
6. Мультиплексор: схемотехническая реализация, наращивание размерности.
7. Мультиплексор как универсальный логический модуль.
8. Демультимплексор
9. Дешифратор: схемотехническая реализация, наращивание размерности.
10. Простейшая ячейка памяти. RS защелка.

11. Тактируемые защелки и триггеры.
12. D триггер: принципы работы, таблица состояний и переходов.
13. JK триггер: принципы работы, таблица состояний и переходов.
14. T триггер: принципы работы, таблица состояний и переходов.
15. Регистры: способы построения.
16. Асинхронные двоичные счетчики.
17. Синхронные счетчики с двоичным модулем счета.
18. Синхронные счетчики с произвольным модулем счета.
19. Счетчики с недвоичным кодированием.
20. Методика синтеза счетчика с заданной последовательностью переходов
21. Абстрактный автомат Мили
22. Абстрактный автомат Мура
23. Канонический метод структурного синтеза автомата.
24. Графический метод структурного синтеза автомата.
25. Классификация ЗУ. Принципы построения.
26. Статические и динамические ЗУ.
27. Постоянные ЗУ.
28. Последовательные интерфейсы встраиваемых устройств: USB, SPI, I2C, UART.
29. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование
30. Структура МК 8051
31. Способы адресации операндов МК 8051
32. Арифметические команды МК 8051
33. Команды условного перехода МК 8051
34. Память МК 8051
35. Порты МК 8051
36. Система прерываний МК 8051
37. Блок таймеров/счетчиков МК 8051
38. Последовательный порт МК 8051

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Учебная дисциплина не требует согласования			

Заведующий кафедрой
доктор физ.-мат. наук, профессор



А.Л. Гладков

31. ноя 2024 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
____ (протокол № ____ от ____ 202_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(И.О.Фамилия)