

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор передовой инженерной  
школы радиолокации,  
радионавигации и программной  
инженерии**

**М.А. Кудров**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Программирование встроенного электронного оборудования БВС
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра технологий проектирования сложных технических систем
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.Д. Дерябкин, методист

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем  
14.03.2024

## Аннотация

Программа разработана с целью донесения до обучающихся базовых знаний и практик в области разработки ПО под микроконтроллеры. По итогу освоения программы обучающиеся получают навыки прототипирования, разработки и отладки ПО под микроконтроллеры. Знакомство с предметом начинается с общего введения в понятие «микроконтроллер». Обучающиеся узнают о разнице между микроконтроллером и ПК как с точки зрения пользователя, так и с точки зрения разработчика. Далее обучающиеся узнают о способах быстрого прототипирования устройств. Осознают плюсы и минусы представленных подходов и подходят к изучению архитектуры микроконтроллеров более подробно. С целью предоставления актуальных знаний по предмету обучающиеся сначала изучают архитектуру достаточно примитивных микроконтроллеров, идеально подходящих для начала обучения, после чего переходят к современным и достаточно сложным микроконтроллерам. Лекции проводятся в интерактивном режиме: часть каждой лекции отведена под введение в тему, а в части лекции студенты запускают несложные примеры, чтобы наглядно ознакомиться с практическим применением ранее изученного материала. Помимо этого предусмотрены дни, отведенные по расписанию для практических занятий в лаборатории, консультации

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- донесение до обучающихся базовых знаний и практик в области разработки ПО под микроконтроллеры.

### Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний и умения в области разработки ПО под микроконтроллеры.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины

данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- что из себя представляет микроконтроллер и как под него писать ПО;
- как правильно подбирать микроконтроллер под конкретное устройство;
- как можно быстро разработать прототип для проверки идеи на основе микроконтроллера;
- как разрабатывать высоконадежное ПО для микроконтроллеров;
- как производить отладку ПО для микроконтроллеров.

уметь:

- создавать прототипы устройств на базе микроконтроллеров;
- создавать несложные проекты устройств на базе микроконтроллеров;
- отлаживать ПО под микроконтроллеры в составе готовых устройств.

владеть:

- основными подходами к разработке ПО под микроконтроллеры;
- основными инструментами разработчика и пусконаладчика устройств на основе микроконтроллеров.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Что такое МК.	3	3		2
2	Как писать и отлаживать ПО под МК.	3	3		2
3	Как работать с периферией МК.	3	3		2
4	Как писать ПО на ассемблере под МК.	3	3		2
5	Как писать ПО на C под МК.	3	3		2
6	Как писать ПО на C++ под МК.	3	3		2

7	Как автоматизировать процесс сборки ПО под МК.	2	2		3
8	Как МК взаимодействует с внешним миром.	2	2		3
9	Как МК взаимодействует с компонентами на плате.	2	2		3
10	Как "установить" ОС в МК.	2	2		3
11	Как устроены более сложные МК.	2	2		3
12	Какую помощь в разработке ПО под МК предоставляет производитель.	2	2		3
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 6 (Весенний)

##### 1. Что такое МК.

Понятие микроконтроллер. Назначение. Виды. Применения. История.

##### 2. Как писать и отлаживать ПО под МК.

Выбор МК. Выбор IDE. Описание базовых принципов работы с МК. Разбор демонстрационных примеров.

##### 3. Как работать с периферией МК.

Понятие «периферия». Способ взаимодействия. Виды. Разбор демонстрационных примеров.

##### 4. Как писать ПО на ассемблере под МК.

Ассемблер и язык ассемблера. Архитектура ядра. Системы команд. Разбор демонстрационных примеров.

##### 5. Как писать ПО на С под МК.

Тонкости использования языка С применимо к МК. Разбор демонстрационных примеров.

##### 6. Как писать ПО на C++ под МК.

Тонкости использования языка C++ применимо к МК. Разбор демонстрационных примеров.

##### 7. Как автоматизировать процесс сборки ПО под МК.

Bash. Make. Makefile. Cmake.

##### 8. Как МК взаимодействует с внешним миром.

UART. Конвертеры UART-USB, Протоколы обмена.

##### 9. Как МК взаимодействует с компонентами на плате.

SPI, I2C.

10. Как "установить" ОС в МК.

FreeRTOS. Разработка приложений с использованием потоков.

11. Как устроены более сложные МК.

STM32, Cortex-M, LD, GCC.

12. Какую помощь в разработке ПО под МК предоставляет производитель.

STM32 CubeProgrammer, HAL.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

## **6. Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Структуры и базы данных [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. Нагао, Т. Катаяма, С. Уэмура ; пер. с яп. В. Ю. Акифьева ; под ред. В. И. Скворцова .— М. : Мир, 1986 .— 198 с.
2. Базы и банки данных и знаний [Текст] : уч. для вузов / Г. И. Ревунков, Э. Н. Самохвалов, В. В. Чистов ; под ред. В. Н. Четверикова .— М. : Высшая школа, 1992 .— 368 с.

### **Дополнительная литература**

1. Базы и банки данных [Текст] : учебное пособие / В. Н. Четвериков, Г. И. Ревунков, Э. Н. Самохвалов .— М. : Высшая школа, 1987 .— 248 с.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Необходимое программное обеспечение: SQL Server Express (Database Engine) 2008 R2 + SQL Server Management Studio 2008 R2.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Формат курса предполагает получение студентом уверенных практических навыков, подкрепленных фундаментальными знаниями. С этой целью студент должен усвоить основные понятия и определения, большая часть которых дается в начале курса. Решение всех примеров и задач студент должен самостоятельно прорабатывать, каждый запрос писать, по крайней мере, в трех вариантах: на языках реляционной алгебры, реляционного исчисления и SQL.

Многие вопросы, которые лишь поверхностно затрагиваются на лекциях (или не затрагиваются вовсе), но, тем не менее, являются полезными для более глубокого понимания предмета, можно изучить по основной и дополнительной литературе. Рекомендуется обращаться к оригинальным статьям и книгам Э.Ф. Кодда и К.Дж. Дейта. Также рекомендуется прорабатывать источники, предлагаемые преподавателем на аудиторных занятиях.

Для получения дополнительных практических навыков и более глубокого освоения основного содержания курса, рекомендуется проделать следующие два упражнения:

- выполнить программную реализацию основных операций реляционной алгебры. Это даст представление об объеме вычислений, которые реальная СУБД выполняется в процессе обработки запросов;
- выполнить реализацию на каком-либо языке программирования общего назначения (C#, C++, Java) небольшой программы-оболочки, позволяющей просматривать перечень таблиц в данной БД и выполнять с каждой из них CRUD-операции. Это позволит получить практические навыки программного взаимодействия с СУБД.

Предусмотренная по курсу полусеместровая контрольно-тестовая работа рассчитана на проверку как теоретических знаний и владение основными определениями, так и практических навыков составления запросов на реляционном языке.

Дифференцированный зачет проводится в форме собеседования, в ходе которого осуществляется как оценка выполнения курсовой работы, так и проверка знаний теории и умение решать типовые задачи.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Беспилотные авиационные системы  
Физтех-школа авиационных и цифровых технологий  
кафедра технологий проектирования сложных технических систем  
**курс:** 3  
**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.Д. Дерябкин, методист

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 2. Показатели оценивания компетенций



В результате изучения дисциплины «Программирование встроенного электронного оборудования БВС» обучающийся должен:

**знать:**

- что из себя представляет микроконтроллер и как под него писать ПО;
- как правильно подбирать микроконтроллер под конкретное устройство;
- как можно быстро разработать прототип для проверки идеи на основе микроконтроллера;
- как разрабатывать высоконадежное ПО для микроконтроллеров;
- как производить отладку ПО для микроконтроллеров.

**уметь:**

- создавать прототипы устройств на базе микроконтроллеров;
- создавать несложные проекты устройств на базе микроконтроллеров;
- отлаживать ПО под микроконтроллеры в составе готовых устройств.

**владеть:**

- основными подходами к разработке ПО под микроконтроллеры;
- основными инструментами разработчика и пусконаладчика устройств на основе микроконтроллеров.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Типовое задание предполагает написание типового запроса на языках реляционной алгебры, реляционного исчисления и SQL:

1. Запросы на извлечение данных из одного отношения с помощью одной-двух реляционных операций (ограничение, проекция)
2. Запросы на извлечение данных из двух-трех отношений с помощью двух-трех реляционных операций (включая, как минимум, одно соединение)
3. Запросы на извлечение данных из двух-трех отношений с помощью двух-трех реляционных операций (включая, как минимум, одно деление)
4. Запросы на извлечение данных из нескольких отношений с помощью нескольких реляционных операций (включая соединение или/и деление и теоретико-множественные операции)
5. Запросы, содержащие вложенные запросы
6. Комплексные запросы, включающие сложные вложенные запросы, с множественными операциями соединения/деления.

Примеры задач:

1. Найти производители, детали которых (хотя бы одна) продаются во всех городах (в которых вообще есть магазины).
2. Найти магазины (в Москве), в которых продаются детали весом не более 15 кг, которые производятся в Париже или Берлине.
3. Найти магазины, у которых ассортимент продаваемых деталей такой же, как у данного магазина X.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Что такое микроконтроллер?
2. Как выглядит весь процесс сборки прошивки? (От исходного кода до hex файла)
3. Какая разница между make и smake и как они могут быть связаны?
4. Что происходит внутри МК после подачи на него питающего напряжения?
5. Какая разница между форматами list (asm), hex и bin?
6. Для чего нужен LD файл и из чего он состоит?
7. Где физически располагаются переменные объявленные в: глобальной области видимости, внутри функции, созданные через new/delete или malloc/free?
8. Как происходит процесс перехода в прерывание и выхода из него?
9. Что происходит, когда требуется вызвать сразу несколько обработчиков прерываний? Как это происходит в AVR и как в Cortex-M?

## 10. Что значит «восьмибитный» и «шестнадцатибитный» МК?

### Билет 1

1. Понятие транзакции.
2. Организация хранения данных на жестком диске.

### Билет 2

1. Виды (представления, views). Материализованные представления.
2. Индексы: назначение и организация.

### Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при выполнении домашних заданий и ответе на вопросы по программе дисциплины;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при выполнении домашних заданий и ответе на вопросы по программе дисциплины;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при выполнении домашних заданий и ответе на вопросы по программе дисциплины, но допускает при этом небольшие неточности;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, демонстрирует умение применять полученные знания на практике при выполнении домашних заданий, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, демонстрирует умение применять полученные знания на практике при выполнении домашних заданий, но допускает в ответе или в решении задач много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, демонстрирует умение применять полученные знания на практике при выполнении домашних заданий, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, если во время ответа, при выполнении домашних заданий он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, если во время ответа, при выполнении домашних заданий он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту, если во время ответа он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач или не выполнил какое-либо из домашних заданий.

### 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится с учетом текущей успеваемости и результатов сдачи курсовой работы. При необходимости, в процессе собеседования со студентом проводится выборочный опрос на знание контрольных вопросов, предлагаются типовые задачи.