

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики**

В.В. Иванов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Микроконтроллеры в современном физическом эксперименте
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра фотоники
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Е. Корольков

Программа обсуждена на заседании кафедры фотоники 29.05.2020

Аннотация

Курс "Микроконтроллеры в современном физическом эксперименте" предусматривает ознакомление студентов с принципом работы и основами создания электронных устройств на базе микроконтроллеров.

Задачи курса:

- приобретение студентами базовых теоретических знаний в области цифровой электроники; подготовка студентов к самостоятельной разработке электронных устройств на базе микроконтроллеров.

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

- базовые блоки микроконтроллеров и их назначение, знать основные интерфейсы передачи данных между микроконтроллером и внешними устройствами.

Уметь:

- сопрягать микроконтроллер с внешними аналоговыми и цифровыми устройствами, осуществлять обмен данными между микроконтроллером и компьютером.

Владеть:

- навыками проектирования электронных устройств на базе микроконтроллеров и навыками создания программного обеспечения для микроконтроллеров.

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. Биполярные и полевые транзисторы
2. Управление нагрузкой постоянного тока
3. Архитектура МК на примере 8-битных RISC микроконтроллеров производства Atmel
4. Подключение МК и способы тактирования
5. Порты ввода-вывода общего назначения МК
6. Использование портов ввода-вывода на примере подключения светодиода и кнопки
7. Таймеры в МК
8. Система прерываний. Конечные автоматы Мура и Мили
9. Аналого-цифровое преобразование
10. Жидкокристаллические индикаторы на базе контроллера HD44780
11. Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire
12. Последовательный интерфейс передачи данных UART
13. Последовательный интерфейс передачи данных SPI
14. Двухпроводный интерфейс передачи данных I2C

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- ознакомить студентов с принципом работы и основами создания электронных устройств на базе микроконтроллеров.

Задачи дисциплины

- приобретение студентами базовых теоретических знаний в области цифровой электроники; подготовка студентов к самостоятельной разработке электронных устройств на базе микроконтроллеров.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
--------------------------------	-----------------------------------

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
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-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	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:

- базовые блоки микроконтроллеров и их назначение, знать основные интерфейсы передачи данных между микроконтроллером и внешними устройствами.

уметь:

- сопрягать микроконтроллер с внешними аналоговыми и цифровыми устройствами, осуществлять обмен данными между микроконтроллером и компьютером.

владеть:

- навыками проектирования электронных устройств на базе микроконтроллеров и навыками создания программного обеспечения для 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	Биполярные и полевые транзисторы	2			5
2	Управление нагрузкой постоянного тока	2			5
3	Архитектура МК на примере 8-битных RISC микроконтроллеров производства Atmel	2			6
4	Подключение МК и способы тактирования	2			5
5	Порты ввода-вывода общего назначения МК	2			5
6	Использование портов ввода-вывода на примере подключения светодиода и кнопки	2			5
7	Таймеры в МК	2			5
8	Система прерываний. Конечные автоматы Мура и Мили	4			5
9	Аналого-цифровое преобразование	2			5

10	Жидкокристаллические индикаторы на базе контроллера HD44780	2			5
11	Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire	2			5
12	Последовательный интерфейс передачи данных UART	2			1
13	Последовательный интерфейс передачи данных SPI	2			1
14	Двухпроводный интерфейс передачи данных I2C	2			2
Итого часов		30			60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Биполярные и полевые транзисторы

Физические основы и принцип работы биполярных и полевых транзисторов. Отличия в подключении npn и pnp биполярных, n-канальных и p-канальных полевых транзисторов. JFET и MOSFET полевые транзисторы.

2. Управление нагрузкой постоянного тока

Управление нагрузкой постоянного тока и гальваническая развязка: электромеханическое реле, сборка Дарлингтона, оптопара.

3. Архитектура МК на примере 8-битных RISC микроконтроллеров производства Atmel

Архитектура МК. Общая концепция, ядро и периферийные блоки, адресные пространства памяти. Отличие МК от ПЛИС.

4. Подключение МК и способы тактирования

Подключение МК и способы тактирования. Внутренний генератор, внешняя RC цепочка, кварцевый резонатор, внешний генератор, их достоинства и недостатки.

5. Порты ввода-вывода общего назначения МК

Порты ввода-вывода общего назначения МК. Высокоимпедансный вход, вход с подтяжкой, выход с высоким/низким лог. уровнем. Функционал регистров DDRx, PORTx, PINx.

6. Использование портов ввода-вывода на примере подключения светодиода и кнопки

Подключение к МК светодиода и кнопки. «Дребезг» контактов.

7. Таймеры в МК

Таймеры в МК. Тактирование и вывод сигнала. Режимы работы: нормальный режим, очищение по сравнению, широтно-импульсная модуляция.

8. Система прерываний. Конечные автоматы Мура и Мили

Система прерываний в МК. Источники прерываний, таблица векторов прерываний и обработчики прерываний.

9. Аналого-цифровое преобразование

Аналого-цифровое преобразование. Виды АЦП: прямого преобразования, последовательного приближения, сигма-дельта АЦП.

10. Жидкокристаллические индикаторы на базе контроллера HD44780

Подключение жидкокристаллических индикаторов на базе контроллера HD44780.

11. Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire

Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire. Физический уровень и структура транзакций.

12. Последовательный интерфейс передачи данных UART

Последовательный интерфейс передачи данных UART. Физический уровень передачи данных. Использование стандартной библиотеки языка Си для передачи данных через поток.

13. Последовательный интерфейс передачи данных SPI

Последовательный интерфейс передачи данных SPI. Последовательная и параллельная схемы подключения устройств.

14. Двупроводный интерфейс передачи данных I2C

Двупроводный интерфейс передачи данных I2C. Физический уровень и структура транзакций.

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. Л. Н. Бочаров, С. К. Жебряков, И. Ф. Колесников, Расчет электронных устройств на транзисторах, М.: Энергия, 1978.
2. В. В. Гребнев, Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel, М.: ИП РадиоСофт, 2002.
3. А.В. Евстифеев, Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega, Додэка-XXI, 2008.
4. Thomas Grace, Programming and interfacing Atmel AVR microcontrollers Boston, MA : Cengage Learning PTR, 2016.
5. Elliot Williams, AVR Programming, Maker Media Inc, 2014

Дополнительная литература

1. Дьюб Динеш С. Электроника: схемы и анализ, М.: Техносфера, 2008.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники, М.: Мир, 2003.

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)

не предусмотрены.

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

Студент, прослушавший курс лекций, должен овладеть общим понятийным аппаратом и научиться применять теоретические знания на практике.

Успешное освоение курса требует:

- 1) посещения всех лекций, предусмотренных учебным планом; ведение конспектов занятий, активное участие в обсуждении лекций;
- 2) важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультацией к преподавателю на лекции.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра фотоники
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	А.Е. Корольков

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
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-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Микроконтроллеры в современном физическом эксперименте» обучающийся должен:

знать:

- базовые блоки микроконтроллеров и их назначение, знать основные интерфейсы передачи данных между микроконтроллером и внешними устройствами.

уметь:

- сопрягать микроконтроллер с внешними аналоговыми и цифровыми устройствами, осуществлять обмен данными между микроконтроллером и компьютером.

владеть:

- навыками проектирования электронных устройств на базе микроконтроллеров и навыками создания программного обеспечения для микроконтроллеров.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

1. Физические основы и принцип работы биполярных и полевых транзисторов. Отличия в подключении pnp и npn биполярных, n-канальных и p-канальных полевых транзисторов. JFET и MOSFET полевые транзисторы.
2. Управление нагрузкой постоянного тока и гальваническая развязка: электромеханическое реле, сборка Дарлингтона, оптопара.
3. Архитектура МК. Общая концепция, ядро и периферийные блоки, адресные пространства памяти. Отличие МК от ПЛИС.
4. Подключение МК и способы тактирования. Внутренний генератор, внешняя RC цепочка, кварцевый резонатор, внешний генератор, их достоинства и недостатки.
5. Порты ввода-вывода общего назначения МК. Высокоимпедансный вход, вход с подтяжкой, выход с высоким/низким лог. уровнем. Функционал регистров DDRx, PORTx, PINx.
6. Битовые операции, битовые маски, работа с отдельными битами регистров через чтение-модификацию-запись.
7. Подключение к МК светодиода и кнопки. «Дребезг» контактов.

8. Таймеры в МК. Тактирование и вывод сигнала. Режимы работы: нормальный режим, очищение по сравнению, широтно-импульсная модуляция.
9. Система прерываний в МК. Источники прерываний, таблица векторов прерываний и обработчики прерываний.
10. Аналого-цифровое преобразование. Виды АЦП: прямого преобразования, последовательного приближения, сигма-дельта АЦП.
11. Подключение жидкокристаллических индикаторов на базе контроллера HD44780.
12. Однопроводный интерфейс передачи данных 1-wire. Физический уровень и структура транзакций.
13. Последовательный интерфейс передачи данных UART. Физический уровень передачи данных. Использование стандартной библиотеки языка Си для передачи данных через поток.
14. Последовательный интерфейс передачи данных SPI. Последовательная и параллельная схемы подключения устройств.
15. Двухпроводный интерфейс передачи данных I2C. Физический уровень и структура транзакций.

Критерии оценивания

10 баллов — (ПРЕВОСХОДНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов — (ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов — (ПОЧТИ ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);

- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов — (ОЧЕНЬ ХОРОШО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов — (ХОРОШО):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов — (ПОЧТИ ХОРОШО):

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла — (УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), ЗАЧТЕНО:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), НЕЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

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

Дифференцированный зачет проводится в форме устного коллоквиума по билетам. Опрос студента на коллоквиуме не должен превышать одного астрономического часа.