

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет  
Кафедра автоматизации физико-технических исследований**



ПРЕДТВЕРЖДАЮ  
Декан ФФ, д.ф.-м.н  
В.Е.Блинов  
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ**

**Направление: 03.03.02 Физика  
Направленность (профиль): Физическая информатика**

Форма обучения  
**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	108		64		42				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часов										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Ответственный за образовательную программу  
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. ....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. ....	5
5. Перечень учебной литературы. ....	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ....	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	7

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель дисциплины – обучение студентов методам создания программируемых приборов и управляющих систем в физико-технических исследованиях. Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенций ПК-1 и ПК-2.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1.</b> Способность использовать специализированные знания в области физики и математики для описания физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки и в зависимости от специфики объекта исследования.	<b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. <b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	<b>Знать</b> принципы устройства современных измерительных и управляющих устройств; архитектуры современных микропроцессорных устройств. <b>Уметь</b> алгоритмизировать решения по управлению устройств и измерению физических величин.
<b>ПК-2</b> Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<b>ПК -2.1.</b> Проводит научные изыскания в избранной области экспериментальных и/или теоретических физических исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. <b>ПК -2.2.</b> Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	<b>Знать</b> средства отладки программ микроконтроллеров. <b>Уметь</b> реализовать программно алгоритмы управления и измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина реализуется в осеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки **03.03.02 Физика**. Отчасти она базируется на курсах «Аналоговая электроника», «Аналоговая схемотехника». Студенты, приступающие к изучению дисциплины, должны знать основные методы и приемы программирования (уметь понять задачу, сформулированную в терминах «технического задания», найти алгоритм решения или оптимизировать стандартный).

**3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	108		64		42				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часов										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 108 академических часов/3 зачётных единицы:

- лабораторные занятия – 64 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 42 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные занятия, дифференцированный зачёт) составляет 66 часов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Изучение системы программирования микроконтроллера MC68HC11E9.	1	8		4		4			
2	Порты ввода/вывода. Работа с периферийным оборудованием.	2, 3	14		8		6			
3	Таймерная секция микроконтроллеров.	4	9		4		5			
4	Функция «output compare».	5	11		4		7			
5	Функция «input capture».	6, 7	13		8		5			
6	Метод ФАПЧ	8, 9	11		8		3			
7	Широтно-импульсная модуляция.	10,11	11		8		3			
8	АЦП: принципы действия и применение.	12, 13	11		8		3			
9	Коммуникационные средства микроконтроллеров.	14, 15, 16	18		12		6			
10	Дифференцированный зачёт.	17	2							2
<b>Всего</b>			<b>108</b>		<b>64</b>		<b>42</b>			<b>2</b>

**План лабораторных работ:**

1. Изучение системы программирования микроконтроллера MC68HC11E9.
2. Порты ввода/вывода. Работа с периферийным оборудованием.
3. Таймерная секция микроконтроллеров.

4. Функция «output compare».
5. Функция «input capture».
6. Метод ФАПЧ
7. Широтно-импульсная модуляция.
8. АЦП: принципы действия и применение.
9. Коммуникационные средства микроконтроллеров.

### Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям	26
Изучение разделов дисциплины по учебной литературе.	16

#### 5. Перечень учебной литературы.

1. Программирование микроконтроллеров: метод. указания к практикуму «Программируемые микроконтроллеры» Ч.1: Микроконтроллер Motorola 68HC11, Новосибирск: НГУ, 1994. — 83 с. (3 экз.)
2. Программирование микроконтроллеров: метод. указания к практикуму «Программируемые микроконтроллеры» Ч.2: Система команд Motorola 68HC11, Новосибирск: НГУ, 1994. — 120 с. (3 экз.)
3. Программирование микроконтроллеров: метод. указания к практикуму «Программируемые микроконтроллеры» Ч.3: Таймерная секция микроконтроллера Motorola 68HC11E9, Новосибирск: НГУ, 1995. — 19 с. (3 экз.)

#### 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

4. Программирование микроконтроллеров: метод. указания к практикуму «Программируемые микроконтроллеры» Ч.1: Микроконтроллер Motorola 68HC11, Новосибирск: НГУ, 1994. — 83 с. (3 экз.)

#### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

##### 7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

##### 7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются

#### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

##### 8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий и промежуточной аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.**

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.**

#### **Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущих занятиях. Примеры вопросов приведены в п. 10.3.

#### **Промежуточная аттестация**

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Зачёт проводится в конце семестра в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

## Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p><b>ПК-1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p>	<p>Знать принципы устройства современных измерительных и управляющих устройств; архитектуры современных микропроцессорных устройств.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>
<p><b>ПК-1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p>	<p>Уметь алгоритмизировать решения по управлению устройств и измерению физических величин.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>
<p><b>ПК -2.1.</b> Проводит научные изыскания в избранной области экспериментальных и/или теоретических физических исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать средства отладки программ микроконтроллеров.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>
<p><b>ПК -2.2.</b> Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Уметь реализовать программно алгоритмы управления и измерений.</p>	<p>Опрос студентов в начале каждого занятия, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>

## 10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Программируемые микроконтроллеры».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

## 10.3. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### Примеры контрольных вопросов

1. Как синтезировать программно систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ)?  
Опорный сигнал частотой  $1 \text{ кГц} \pm 0,1 \text{ кГц}$  подаётся на вход IC1. Синтезированный сигнал должен иметь частоту в 5 раз выше опорной. Для выхода используйте канал ОС2.
2. Как реализовать программно генератор качающейся частоты? Частота (не период!) сигнала должна изменяться линейно от времени относительно центральной частоты  $f_0$  в пределах  $\pm \frac{1}{2} f_0$ . Центральную частоту выбрать самостоятельно, на основании полученного в предыдущем упражнении критерия быстродействия таймерной секции микроконтроллера.

## Вопросы на дифференцированном зачёте

1. Реализуйте программно, используя выходной канал основного таймера ОС2, генератор прямоугольных импульсов со скважностью: 2; 3; n. Проверьте, какой минимальной длительности импульс можно получить при помощи:
  - а) только канала ОС2;
  - б) канала ОС2 и канала ОС1
2. Реализуйте программно частотомер, используя входной канал основного таймера IC1. На вход, соответствующий этому каналу подается непрерывная последовательность прямоугольных импульсов частотой следования от 32 Гц до 3,2 кГц. Вывод измеренной величины должен производиться на экран дисплея. Предусмотрите необходимость сообщения при снижении частоты ниже пороговой (32 Гц). Вывод значения не должен иметь лишних значащих цифр (превышение точности).
3. Реализуйте программно систему широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Система ШИМ подразумевает генератор сигнала постоянной частоты, длительность импульса высокого уровня в каждом периоде меняется в зависимости от значения напряжения сигнала рассогласования. В качестве сигнала рассогласования используйте «пилообразный» сигнал, подаваемый на вывод микроконтроллера PE1. Дополнительное условие: выходной сигнал в этой задаче должен быть синхронизован с сигналом рассогласования. Используйте систему ФАПЧ из предыдущей задачи.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы  
по дисциплине «Программируемые микроконтроллеры»  
Направление: 03.03.02 Физика  
Направленность (профиль): Физическая информатика**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного