

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



Согласовано, декан ФФ

Блинов В.Е.

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Встраиваемые системы**

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**

Профиль: **Прикладные математика и физика. Информационные процессы и системы**

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	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференциро- ванный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	108	16		48	36	6			2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часа										
Компетенции ПК-2										

Руководитель программы  
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2024

## Содержание

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

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2.</b> Способность проводить опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.	<b>ПК-2.1.</b> Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	<p><b>Знать:</b> принципы устройства современных измерительных и управляющих устройств</p> <p><b>Уметь:</b> алгоритмизировать решения по управлению устройств и измерению физических величин</p> <p><b>Владеть:</b> средствами отладки программ микроконтроллеров</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Встраиваемые системы» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика. Курс «Встраиваемые системы» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Дисциплина дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения проектов на стыке областей физики, математики и информационных технологий.

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

Трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 часов)

Форма промежуточной аттестации: 3 семестр – дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр
		3
1	Лекции, час	16
2	Практические занятия, час	-
3	Лабораторные занятия, час	48
4	Занятия в контактной форме, час, из них	66
5	из них аудиторных занятий, час	64

6	в электронной форме, час	-
7	консультаций, час	-
8	промежуточная аттестация, час	2
9	Самостоятельная работа, час	42
10	Всего, час	108

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

**Лекции (16 часов)**

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Изучение системы программирования микроконтроллера MC68HC11E9	1
Порты ввода/ вывода. Работа с периферийным оборудованием.	2
Таймерная секция микроконтроллеров.	1
Функция «output compare»	1
Функция «input capture»	2
Метод ФАПЧ	2
Широтно-импульсная модуляция	2
АЦП: принципы действия и применение	2
Коммуникационные средства микроконтроллеров.	3

**Лабораторные занятия (48 часов)**

Содержание лабораторного занятия	Объем, час
Знакомство с системой программирования и отладки программ микроконтроллера: кросс-ассемблером; загрузчиком; монитором. Создание «первой программы: “Hello word!”	6
Изучение базового порта вывода микроконтроллера. Создание программы управления шаговым двигателем	6
Изучение комплексного порта ввода-вывода микроконтроллера. Создание программы чтения состояния комплекта механических переключателей, декодирования и вывода на 7-ми сегментный индикатор номера состояния переключателей	6
Изучение таймерной секции микроконтроллера. Изучение особенности применения функции “output compare”. Создание программ различных генераторов. Измерение минимальных длительностей импульсов программных генераторов	6
Изучение таймерной функции “input capture”. Создание программы «Частотомер»	6
Изучение принципов фазовой автоподстройки частоты. Создание программной системы ФАПЧ	6
Изучение подсистемы аналого-цифрового преобразования. Изучение принципов широтно-импульсной модуляции. Создание программы ШИМ	6
Изучение коммуникационных интерфейсов. Создание программ обмена информацией между устройствами с использованием интерфейса SPI	6

Проведение семинарских занятий осуществляется в форме практической подготовки, предусматривающей участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью в области информационных технологий, связанных с проведением научных и практических работ.

#### Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	26
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	10
Подготовка к дифференцированному зачету	6

### 5. Перечень учебной литературы

1. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / [В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков и др.]. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 453 с. : ил. ; 24 см. ISBN 5-94157-467-3 (1 экз).
2. Предко, Майк. Руководство по микроконтроллерам: в 2 т. / М. Предко ; пер. с англ. под. ред. И.И. Шагурина, С.Б. Лужанского. Москва: ПОСТМАРКЕТ, 2001. 25 см. (Библиотека современной электроники). Т.1 2001 415 с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)-1 экз, Т.2 2001 487 с. : ил.(1 экз.)

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

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

### 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;
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), edX ([www.edx.org](http://www.edx.org/));
- Веб-страницы ведущих международных центров СИ.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

#### 7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

## **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 приложения для работы с документами и презентациями.

### **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

- Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;
- 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».

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 и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

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

#### ***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль успеваемости осуществляется контролем посещения занятий обучающимся и работа на семинарских занятиях.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Для успешного прохождения курса обучающиеся должны продемонстрировать знания методов создания программируемых приборов и управляющих систем в физико-технических исследованиях.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в устной форме путем ответов на вопросы, освещаемые во время учебных занятий.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте.

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.

### ***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Встраиваемые системы»***

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ПК-2	ПК-2.1. Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и	<b><u>Знать:</u></b> принципы устройства современных измерительных и управляющих устройств	Дифференцированный зачет.

	результатов исследований.	<b><u>Уметь:</u></b> алгоритмизировать решения по управлению устройств и измерению физических величин	Работа на семинарских занятиях при обсуждении типовых ошибок, затруднений, а также идей по решению задач рамках дисциплины.
		<b><u>Владеть:</u></b> средствами отладки программ микроконтроллеров	Работа на семинарских занятиях при решении задач в рамках дисциплины.

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<b><u>Дифференцированный зачет:</u></b> – возможность самостоятельно решать задачи по программе курса – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.	<i>Отлично</i>
<b><u>Дифференцированный зачет:</u></b> – при решении задач по темам курса допускается использование наводящие подсказки от преподавателя – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.	<i>Хорошо</i>
<b><u>Дифференцированный зачет:</u></b> – решение задач обучающимся возможно только с подсказками от преподавателя – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплён ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.	<i>Удовлетворительно</i>



<p><b><u>Дифференцированный зачет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не может решать задачи по программе курса</li> <li>– фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– непонимание причинно-следственных связей,</li> <li>– отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,</li> <li>– грубые ошибки в применении терминов и понятий,</li> <li>– отсутствие ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>
---	-----------------------------------

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

#### **Задачи вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к зачету**

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 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.
3. 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).
4. Синтезируйте программно систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Опорный сигнал частотой 1 кГц  $\pm 0,1$  кГц подается на вход IC1. Синтезированный сигнал должен иметь частоту в 5 раз выше опорной. Для выхода используйте канал ОС2.
5. 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.

**Вопросы к зачету:**

- Обзор особенностей системы программирования микроконтроллера MC68HC11E9
- Описание портов ввода/ вывода и их параметров.
- Особенности работы с периферийным оборудованием.
- Особенности использования таймерной секция микроконтроллеров.
- Применение функция «output compare» и решение возможных проблем
- Применение функция «input capture» и решение возможных проблем
- Описание метода ФАПЧ
- Применение широтно-импульсной модуляции и предельных характеристики
- Применение АЦП для систем сбора данных
- Обзор коммуникационных средств микроконтроллеров и возможность их расширения.

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

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Встраиваемые системы»**

[illegible]

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Встраиваемые системы»**

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Профиль: Прикладные математика и физика. Информационные процессы и системы**

Программа дисциплины «Встраиваемые системы» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется кафедрой автоматизации физико-технических исследований физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) для обучающихся магистратуры.

Цель дисциплины – обучение студентов методам создания программируемых приборов и управляющих систем в физико-технических исследованиях.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающихся универсальной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2.</b> Способность проводить опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.	<b>ПК-2.1.</b> Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	<p><b><u>Знать:</u></b> принципы устройства современных измерительных и управляющих устройств</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> алгоритмизировать решения по управлению устройств и измерению физических величин</p> <p><b><u>Владеть:</u></b> средствами отладки программ микроконтроллеров</p>

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов и дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: работа на лабораторных занятиях в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **108** академических часа / **3** зачетные единицы.