

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

**Рабочая программа дисциплины**

**Цифровые устройства и микропроцессоры**  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
Специалитет  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
Радиотехнические системы и комплексы специального назначения  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

---

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

---

Нижегород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.12 «Цифровые устройства и микропроцессоры» относится к вариативной части ООП направления подготовки 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<p><i>ПК-2:</i></p> <p><i>Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.</i></p> <p><i>ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</i></p> <p><i>ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.</i></p> <p><i>ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>ПК-2.1: Знание основ моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.</i></p> <p><i>ПК-2.2: Знание математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</i></p> <p><i>ПК-2.3: Умение применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.</i></p> <p><i>ПК-2.4: Навык экспериментальных исследований в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>Собеседование, задача (практическое задание)</i></p>

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>48</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>33</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</b> экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа			Всего
	очная	очная	очная	очная	очная	очная		
<b>Тема 1.</b> Общее представление о принципе действия, функциональном составе и архитектуре цифровых вычислительных систем.	1	1				1		
<b>Тема 2.</b> Функциональные узлы комбинационного типа.	12	8				8	4	
<b>Тема 3.</b> Функциональные узлы последовательного типа (автоматы с памятью).	13	8				8	5	
<b>Тема 4.</b> Запоминающие устройства.	10	4				4	6	
<b>Тема 5.</b> Микропроцессоры: архитектура и структурное построение.	22	6			6	12	10	
<b>Тема 6.</b> Микропроцессорные системы.	32	14			10	24	8	
<b>Тема 7.</b> Обзор микропроцессорных систем и средств вычислительной техники.	7	7				7		

Аттестация	45					
КСР	2				2	
Итого	144	48		16	66	33

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: решение практических задач по отдельным разделам дисциплины в рамках лабораторного практикума.

Выполняются три лабораторные работы:

Наименование лабораторной работы	Раздел дисциплины
Знакомство с микроконтроллером серии MSP-430	5
Первые шаги в программировании микроконтроллера серии MSP-430	5, 6
Работа с ЦАП и АЦП микроконтроллера серии MSP-430	5, 6

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 16 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- изучение элементной базы, схемотехнических решений, функционального состава, структуры и принципов действия цифровых устройств, на основе которых строятся цифровые вычислительные системы, используемые в научных и экспериментальных исследованиях, в цифровых методах обработки сигналов, в системах связи, телекоммуникаций и в системах автоматического управления;
- навык программирования микропроцессорных устройств.

- компетенции ПК-2.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа (лабораторных работ), групповых или индивидуальных консультаций.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся создается электронный курс (Цифровые устройства и микропроцессоры,

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9525>) в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru>.

Кроме того, самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы (п.6) и контролируется на отчётах по лабораторному практикуму и экзамене.

#### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

## 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающего от ответа	ошибки.					
--	----------------------	---------	--	--	--	--	--

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам п.2)

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Теоремы и аксиомы алгебры логики.	ПК-2
2) Принцип использования полупроводниковых диодов для выполнения логических операций.	ПК-2
3) Принцип использования транзисторов для выполнения логических операций.	ПК-2
4) Перечислить типы базовых логических элементов, в которых логические операции выполняются с помощью диодов.	ПК-2
5) Перечислить типы базовых логических элементов, в которых логические операции выполняются с помощью биполярных транзисторов.	ПК-2
6) Перечислить типы базовых логических элементов, в которых логические операции выполняются с помощью полевых транзисторов.	ПК-2
7) Полный дешифратор и его роль в выполнении логических операций.	ПК-2

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
8) Программируемые логические матрицы (ПЛМ) и их структурное построение.	ПК-2
9) Логика работы одноразрядного двоичного сумматора.	ПК-2
10) Принцип построения матричного умножителя.	ПК-2
11) Мультиплексор и его роль в выполнении логических выражений.	ПК-2
12) Основные свойства и область применения комбинационных схем.	ПК-2
13) Основные отличительные черты устройств последовательного типа (цифровых автоматов).	ПК-2
14) Признаки, по которым классифицируются триггеры. Разновидности триггеров.	ПК-2
15) Двоичные счетчики и их разновидности.	ПК-2
16) Регистры – их разновидности и структурный состав.	ПК-2
17) Принцип работы регистрового арифметическо-логического устройства.	ПК-2
18) Структурный состав оперативного запоминающего устройства (ОЗУ).	ПК-2
19) Статическое ОЗУ. Статические запоминающие элементы и структурное построение ОЗУ.	ПК-2
20) Динамическое ОЗУ. Динамические элементы памяти и механизм использования в динамическом ОЗУ.	ПК-2
21) Машина состояний класса 3 (автомат Мура) и область его применений.	ПК-2
22) Устройство управления выполнением программы на базе ПЛМ и его функционирование в составе центрального процессора (ЦП).	ПК-2
23) Обобщенная архитектура (регистровая модель) ЦП.	ПК-2
24) В чём состоит специфика применения регистров адреса и регистров данных в ЦП. Что понимается под режимами адресации, применяемыми в командах ЦП.	ПК-2
25) Упрощенный алгоритм работы ЦП.	ПК-2
26) Структурное построение процессора Intel-8080 и средства обеспечения его связи с микропроцессорной системой.	ПК-2
27) Формат команд (ЦП).	ПК-2
28) Особенности формата команд для CISC и RISC архитектур.	ПК-2
29) Основные черты ЦП с регистрово-ориентированной (RISC) архитектурой.	ПК-2
30) Конвейер операций и его реализация в RISC процессорах.	ПК-2
31) Микросистема на базе магистрального интерфейса. Машина фон-Неймана.	ПК-2
32) Микросистемы с гарвардской архитектурой. Структура цифрового процессора сигналов (ЦПС) семейства ADSP-21xx.	ПК-2
33) Связь ЦПС ADSP-21xx с внешними по отношению к нему компонентами МП-системы.	ПК-2
34) Привести примеры, иллюстрирующие применение CISC и RISC архитектур в современных микропроцессорах и МП-системах.	ПК-2

### 5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-2

Контрольные задания формулируются в виде совокупности нескольких разных по сложности вопросов, перечисленных в п.п. 5.2.1.

Пример задания:

–Перечислить типы базовых логических элементов, в которых логические операции выполняются с помощью биполярных транзисторов.

–Двоичные счетчики. Регистры.

–Микропроцессорная система на базе магистрального интерфейса (машина фон Неймана).

В данном примере первый вопрос касается способа выполнения логических операций и относится к **Разделу 1** содержания дисциплины (п. 3) «Общее представление о принципе действия, функциональном составе и архитектуре цифровых вычислительных систем». Второй – к **Разделу 3** «Функциональные узлы последовательного типа (автоматы с памятью)». Третий – к **Разделу 5** «Микропроцессоры: архитектура и структурное построение».

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Шкелев Е.И. Аппаратные средства вычислительной техники: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2011. – 222 с. (2 экз.)

2. Знакомство с микроконтроллером серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Калинин В.А., Пархачёв В.В. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 28с. [http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF\\_NNSU/MSP\\_430\\_1.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_1.pdf)

3. Первые шаги в программировании микроконтроллера серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Иванов А.В., Калинин В.А., Пархачёв В.В. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 16с. [http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF\\_NNSU/MSP\\_430\\_2.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_2.pdf)

4. Работа с ЦАП и АЦП микроконтроллера серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Пархачёв В.В., Ивлев Д.Н., Семенов В.Ю. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 25с. [http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF\\_NNSU/MSP\\_430\\_3.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_3.pdf)

5. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Краткий курс. – М.: Финансы и статистика, 1997. электронный ресурс: электронно-библиотечная система <http://znanium.com/>

6. Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е.К.Александров, Р.И. Грушвицкий, М.С. Куприянов, О.Е. Мартынов, Д.И. Панфилов, Т.В. Рамизевич, Ю.С. Татаринев, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагуринов; Под общ. ред. Д.В. Пузанкова. – СПб.: Политехника, 2002. – 935 с. Электронный ресурс: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

7. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. (4 экз.)

8. Рафикузаман М. Микропроцессоры и машинное проектирование микропроцессорных систем: В 2-х кн. Кн. 1. Пер с англ. - М.: Мир, 1988. (8 экз.)

9. Лю Ю-Чжен, Гибсон Г. Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1987. (3 экз.)

10. Электроника СБИС. Проектирование микроструктур: Пер. с англ./Под ред. Н. Айнспрука. - Мир, 1989. (2 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы ATMEL – 2-е изд., стер. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2004. – 288 с. (Серия «Мировая электроника») электронный ресурс: ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>

2. Применение микропроцессорных средств в системах передачи информации: Учеб. пособие для вузов/ В.Я. Светов, О.И. Кутузов, Ю.А. Головин, Ю.В. Светов. - М.: Высш. шк., 1987. (3 экз.)
3. Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. (2 экз.)
4. Ульман Дж. Вычислительные аспекты СБИС: Пер с англ. / Под ред. П.П.Пархоменко. - М.: Радио и связь, 1990. (2 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интегрированная среда разработки (IDE) компании IAR Systems. [http://processor.wiki.ti.com/index.php/IAR\\_Embedded\\_Workbench\\_Kickstart\\_for\\_MSP430\\_Release\\_Notes](http://processor.wiki.ti.com/index.php/IAR_Embedded_Workbench_Kickstart_for_MSP430_Release_Notes).
2. Практикум «Знакомство с микроконтроллером серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег. №953.15.04 от 30.04.15. Файл «znakomstvo MSP 430.pdf»
3. Практикум «Первые шаги в программировании микроконтроллера серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег. №953.15.04 от 30.04.15. Файл «First steps MSP 430.pdf»
4. Практикум «Работа с ЦАП и АЦП микроконтроллера серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег. №953.15.04 от 30.04.15. Файл «DAC ADC MSP 430.pdf»
5. Курс в СЭО ННГУ Цифровые устройства и микропроцессоры, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9525>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Лекционный зал, аудитории для практических занятий в группах, мультимедийный проектор. Каждое рабочее место имеет персональный компьютер с интегрированной средой разработки (IDE) Embedded Workbench компании IAR Systems и подключенной к компьютеру целевой системой на базе микроконтроллера серии MSP430 компании Texas Instruments.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО/ОС ННГУ по направлению 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».

Автор(ы): Шкелев Е.И.

Заведующий кафедрой: Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии президиума ученого совета ННГУ от 14 декабря 2021, протокол № 4.