

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

подпись

ФИО

“20” июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.2Аппаратные средства цифровой обработки сигналов**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки магистров**

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность: Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022, 2023

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 324/9  
часов/з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Кузнецов С.Е.,

Нижний Новгород, 2023

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 07.04.2022 № 13  
14.03.2023 № 11

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 20 июня 2022 г. № 9  
05 июня 2023 г. № 9

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению учебно-методическим советом ИРИТ,  
протокол от 21 июня 2022 г. № 11  
20 июня 2023 г. № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № \_\_\_\_\_  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	7
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>16</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
5.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	18
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	21
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	21
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	21
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	22
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>23</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	23
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	24
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	24
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА КУРСОВОЙ РАБОТЕ .....	25
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	25
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	25
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы.....	25
11.1.2. Защита курсового проекта/ работы.....	25
11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов всех форм обучения в форме зачета с оценкой для студентов очно-заочной формы обучения во 2 семестре	25

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области цифровых процессоров и других аппаратных средств цифровой обработки сигналов, а также применение знаний и развитие умений и навыков в решении задач по основным темам дисциплины.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- учет архитектурных особенностей сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем при проектировании систем цифровой обработки сигналов на их базе;
- развитие навыков работы в средах разработки программного обеспечения для сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем;
- развитие навыков реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на базе сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем;
- проявление системного и алгоритмического мышления при решении задач цифровой обработки сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» Б1.В.ОД.2 включена в вариативную часть обязательных дисциплин первого блока и является обязательной для профиля направления подготовки «Радиотехника». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровая обработка сигналов», «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Дисциплина «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» является основополагающей для изучения дисциплины «Программные средства цифровой обработки сигналов», «Проектирование встроенных систем», также практик: научно-исследовательская работа, производственная (преддипломная).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 1- Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
Применение цифровой обработки сигналов ПКС-1				
Цифровая обработка радиолокационных сигналов ПКС-1				
Современные теория и техника радиолокации и радионавигации ПКС-1				
Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<i>ПКС-1</i>				
<i>Современные математические методы обработки сигналов ПКС-1</i>				
<i>Программные средства цифровой обработки сигналов ПКС-1</i>				
<i>Проектирование встроенных систем ПКС-1</i>				
<i>Сетевые информационные технологии ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Преддипломная практика ПКС-1</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				
<i>Применение цифровой обработки сигналов ПКС-2</i>				
<i>Цифровая обработка радиолокационных сигналов ПКС-2</i>				
<i>Современные алгоритмы проектирования радиотехнических систем ПКС-2</i>				
<i>Алгоритмы цифровой обработки сигналов и их реализация на языке программирования Matlab ПКС-2</i>				
<i>Программные средства цифровой обработки сигналов ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная практика ПКС-2</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-2</i>				

# ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы, алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования, владеет технологией автоматической обработки информации.	<b>Знать:</b> современные языки программирования (C, C++) и проектирования (SystemVerilog, VHDL), технологии автоматической обработки информации.	<b>Уметь:</b> разрабатывать методы, алгоритмы решения исследовательских задач, диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных комплексов.	<b>Владеть:</b> технологиями автоматической обработки информации для локализации неисправностей радиоэлектронных систем.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник»)), решает задачи настройки радиотехнических систем, построения моделей и моделирования объектов и процессов в радиоэлектронных устройствах, тестирование и диагностику радиоэлектронной аппаратуры.						
ПКС-2 Способен выполнять математическое моделирование радиолокационных систем и устройств с целью оптимизации их параметров с помощью пакетов прикладных программ	ИПКС-2.2. Формулирует и решает задачи, использует математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем, осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	<b>Знать:</b> принципы работы, устройство, технические возможности информационно-измерительной системы и диагностического оборудования.	<b>Уметь:</b> формулировать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем, производить замену ответственных узлов и элементов радиоэлектронных комплексов.	<b>Владеть:</b> технологией анализа информации о качестве функционирования радиоэлектронных комплексов по результатам их эксплуатации.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник»)), решает задачи настройки радиотехнических систем, построения моделей и моделирования объектов и процессов в радиоэлектронных устройствах, тестирование и диагностику радиоэлектронной аппаратуры.						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№1	№2
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	324	180	144
1. Контактная работа:	125	53	72
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	119	51	68
занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР)	51	17	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе	6	2	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	2	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	163	127	36
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	145	127	36
Подготовка к экзамену (контроль)	36		36

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоёмкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоёмкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
1 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 1. Системы ЦОС и их аппаратные средства					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2].			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	<b>Тема 1.1</b> Введение в дисциплину. Общие понятия. Элементная база систем ЦОС.	2			4				
	<b>Тема практического занятия:</b> «Анализ требований к системе ЦОС»			2	4	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	<b>Тема 1.2</b> Аппаратные архитектуры систем ЦОС.	2			4				
	<b>Тема практического занятия:</b> «Планирование аппаратной архитектуры системы ЦОС»			2	4	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b>	4		4	16				
	<b>реферат, эссе (тема)</b>								
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>								
	<b>контрольная работа</b>								
	<b>Итого по 1 разделу</b>	4		4	16				
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	<b>Раздел 2. Процессоры ЦОС</b>				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2].				
	<b>Тема 2.1</b> Архитектура сигнального процессора.	1							2



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	<b>Тема 2.2</b> Адресное пространство, внутренние регистры, форматы данных, методы адресации операндов.	1			2				
	<b>Тема практического занятия:</b> «Адресное пространство и форматы данных»			2	4	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	<b>Тема 2.3</b> Обработка прерываний, таблицы векторов прерываний.	1			2				
	<b>Тема 2.4</b> Система команд процессора.	1			3				
	<b>Тема практического занятия:</b> «Особенности системы команд процессора»			2	6	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	<b>Тема 2.5</b> Коммуникационные порты, сопроцессор ПДП, другие периферийный устройства.	1			4				
	<b>Тема 2.6</b> Конвейер команд, кэш-память, сброс и начальная загрузка процессора.	1			2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема практического занятия: «Порядок работы с периферией»			2	4	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Работа по освоению 2 раздела:	6		6	29				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	6		6	29				
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 3. Программирование процессов ЦОС					Подготовка к лекциям[6.1.1],[6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 3.1 Проектирование программ ЦОС реального времени, инструментальные средства разработки ПО.	1			2				
	Тема лабораторной работы: «Знакомство со средой разработки ПО»			2	4	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 3.2. Программирование ввода/вывода.	1			2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема практического занятия: «Разработка алгоритма ввода/вывода данных»			4	8	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема лабораторной работы: «Программирование ввода/вывода»		6		12	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 3.3. Синхронизация ввода/вывода с обработкой.	1			2				
	Тема лабораторной работы: «Синхронизация ввода/вывода с обработкой»		4		10	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 3.4. Программная реализация КИХ-фильтра.	1			2				
	Тема 3.5. Программная реализация алгоритма умножения комплексных матриц.	1			2				
	Тема 3.6. Программная реализация алгоритма БПФ.	1			2				
	Тема практического занятия: «Разработка алгоритма программной реализации обработки данных»			3	6	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема лабораторной работы: «Программирование цифровой обработки»		5		10	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 3.7. Вычисление элементарных функций.	1			2				
	Работа по освоению 3 раздела:	7	17	7	64				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу	7	17	7	64				
	Подготовка к зачету				18				
	Итого по 1 семестру	17	17	17	127				
2 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 4. Программируемая логика и ее применение в ЦОС					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2].			
	Тема 4.1 Общие сведения о ПЛИС, особенности их применения в ЦОС. Инструментальные средства разработки.	2			1				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема лабораторной работы: «Система проектирования на базе ПЛИС»		2		1	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 4.2Базовая архитектура ПЛИС типа FPGA.	2			1				
	Тема 4.3Базовые вычислительные элементы и структурные неоднородности ПЛИС.	2			1				
	Тема практического занятия: «Базовые конструкции языка описания аппаратуры»			4	2	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема лабораторной работы: «Знакомство с архитектурой ПЛИС»		4		2	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 4.4 Основные принципы временного анализа.	2			1				
	Работа по освоению 4 раздела:	8	6	4	9				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу	8	6	4	9				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 5. Аппаратная реализация алгоритмов ЦОС на базе ПЛИС					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 5.1Особенности реализации ЦОС на базе ПЛИС.	2			1				
	Тема практического занятия: «Структуры вычислительных блоков ЦОС»			4	2	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 5.2.Общая структура вычислителя КИХ-фильтра.	2			2				
	Тема практического занятия: «Расчет цифрового фильтра»			6	3	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема лабораторной работы: «Проектирование арифметических узлов фильтра»		6		3	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема 5.3.Вычислительные блоки.	2			1				
	Тема лабораторной работы: «Проектирование арифметического блока фильтра»		8		4	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	Тема 5.4.Общие принципы синхронизации и управления.	3			2				
	Тема практического занятия: «Проектирование управляющего автомата»			3	2	Подготовка к п.з. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема лабораторной работы: «Проектирование устройства управления фильтра»		6		3	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Тема лабораторной работы: «Сборка фильтра и симуляция полного проекта»		8		4	Подготовка к л.р. [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1].			
	Работа по освоению 5 раздела:	9	28	13	27				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 5 разделу	9	28	13	27				
	Итого по 2 семестру	17	34	17	36				
	ИТОГО по дисциплине	34	51	34	163				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств

Таблица 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дис- циплины	Планируемые (контролируе- мые) результа- ты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикка- торы достиже- ния компетен- ций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Практические занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств	Процедура оценивания	Наименование оценоч- ных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименова- ние оценоч- ных средств
1 семестр										
1	Системы ЦОС и их аппарат- ные средства	ПКС-1 ИПКС-1.1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Выполнение индивиду- ального зада- ния	Практические занятия: «Анализ требований к си- стеме ЦОС», «Планирование аппаратной архи- тектуры системы ЦОС»	Выполнение домашних за- даний	Домашние задания
2	Процессоры ЦОС	ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Выполнение индивиду- ального зада- ния	Практические занятия: «Адрес- ное пространство и форматы дан- ных», «Особенности системы команд процессора», «Порядок работы с периферией»	Выполнение домашних за- даний	Домашние задания



Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Практические занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3	Программирование процессов ЦОС	ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторные работы: «Знакомство со средой разработки ПО», «Программирование ввода/вывода», «Синхронизация ввода/вывода с обработкой», «Программирование цифровой обработки»	Выполнение индивидуального задания	Практические занятия: «Разработка алгоритма ввода/вывода данных», «Разработка алгоритма программной реализации обработки данных»	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
<b>2 семестр</b>										
4	Программируемая логика и ее применение в ЦОС	ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторные работы: «Система проектирования на базе ПЛИС» «Знакомство с архитектурой ПЛИС»	Выполнение индивидуального задания	Практическое занятие: «Базовые конструкции языка описания аппаратуры»	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
5	Аппаратная реализация алгоритмов ЦОС на базе ПЛИС	ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторные работы: «Проектирование арифметических узлов фильтра» «Проектирование арифметического блока фильтра»; «Проектирование устройства управления фильтра»; «Сборка фильтра и симуляция полного проекта»	Выполнение индивидуального задания	Практические занятия: «Структуры вычислительных блоков ЦОС», «Расчет цифрового фильтра», «Проектирование управляющего автомата»	Выполнение домашних заданий	Домашние задания

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Аппаратные средства цифровой обработки сигналов»	ПКС-1, ИПКС-1.1, ПКС-2, ИПКС-2.2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету и экзамену	Разработка программных и аппаратных реализаций алгоритмов	Практические задания к зачету и экзамену

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1	1-35
2	Компетенция ПКС-2	1-35

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4 – При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы, алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования, владеет технологией автоматической обработки информации.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное	Изложение материала не полное, однако, это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточном для магистра уровне; представляет основные задачи разработки цифровых устройств и микропроцессорных систем в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при разработке структурных схем и алгоритмов	Освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПКС-2 Способен выполнять математическое моделирование радиолокационных систем и устройств с целью оптимизации их параметров с помощью пакетов прикладных программ	ИПКС-2.2. Формулирует и решает задачи, использует математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем, осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное	Изложение материала не полное, однако, это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточном для магистра уровне; представляет основные задачи разработки цифровых устройств и микропроцессорных систем в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при разработке структурных схем для моделирования	Освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Оппенгейм А., Цифровая обработка сигналов.: Учеб.пособие / А.Оппенгейм, Р.Шафер.- М.: Техносфера, 2012 г
- 6.1.2. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Б.Сергиенко.- СПб.: БХВ-Петербург, 2011 г.
- 6.1.3. Рабинер Л., Гоулд Б., Теория и применения цифровой обработки сигналов. //- М. – Мир. -1978. - 545 с.
- 6.1.4. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника.- СПб.: БХВ-Петербург, 2010 г.
- 6.1.5. Бойт И. Цифровая электроника.- М.: Техносфера, 2007
- 6.1.6. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник / Пятибратов А.П, Гудыно Л.П., Кири-енко А.А. / Под ред. А.П. Пятибратова.- М.: Финансы и статистика, 2002
- 6.1.7. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов. - М.: ДОДЭКА, 2005

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Математическое моделирование радиотехнических систем :Учеб.пособие / А.В. Мякинков [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 202 с. : ил. - Прил.:с.200. - Библиогр.:с.201-202. - ISBN 978-5-502-01000-9 : 0-00.
- 6.2.2. Андриянов А.В. Теория и применения цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. Издательство НГТУ, 2008 г – 142с.
- 6.2.3. Кузин А.А.  
Процессор TMS320C4х. Архитектура. Программирование. Сети [Электронные текстовые данные] :Учеб.пособие / А.А. Кузин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - 2-е изд. - Н.Новгород : [Б.и.], 2012. - 184 с. : ил. - Прил.:с.112-183. - Библиогр.:с.184. - ISBN 978-5-502-00122-9.
- 6.2.4. Бибило П.Н. Основы языка VHDL.- М.: Солон-Р, 2000

### **6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:**

- 6.3.1. Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов"  
<http://www.dsps.ru/>
- 6.3.2. Журнал «Датчики и системы» <http://www.datsys.ru/>
- 6.3.3. Журнал «Signal processing». <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01651684>

### **6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Цифровая обработка сигналов в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные системы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

- 6.4.1. Кузин А.А, Смирнова Д.М. Проектирование арифметических узлов цифровых фильтров с распределенной арифметикой: метод.указания к лаб. работе по дисциплине «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» для магистров направления 11.04.01 «Радиотехника» дневной формы обучения
- 6.4.2. Кузин А.А, Смирнова Д.М. Проектирование арифметического блока цифрового фильтра с распределенной арифметикой: метод.указания к лаб. работе по дисциплине «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» для магистров направления 11.04.01 «Радиотехника» дневной формы обучения
- 6.4.3. Кузин А.А, Кузин А.А. Проектирование устройства управления цифрового фильтра с распределенной арифметикой: метод.указания к лаб. работе по дисциплине «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов» для магистров направления 11.04.01 «Радиотехника» дневной формы обучения

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. Перечень информационных справочных систем**

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
	Linux <a href="https://www.linux.com/">https://www.linux.com/</a>
	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
		книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерные классы кафедры «Информационные радиосистемы», оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов: 12 рабочих места, оборудованных: персональные компьютеры, Intel Core2Duo/2 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету.

Пакеты ПОобщего назначения (аудитории 5415, 5414):

- Windows 7;
- Linux;
- OpenOffice;
- MATLAB + Simulink;
- Code Composer Studio
- Quartus.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.1, 4.2, 4.3). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.



При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе**

Выполнение курсовой работы не предусмотрено.

#### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение и защита лабораторных работ для студентов всех форм обучения;
- экзамен.

##### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы**

Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ и курсовой работы.

##### **11.1.2. Защита курсового проекта/ работы**

Результаты защиты курсового проекта/ работы выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно").

##### **11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов всех форм обучения в форме зачета с оценкой для студентов очно-заочной формы обучения во 2 семестре**

1. Архитектура процессора

2. Центральное АЛУ процессора
3. Регистры процессора
4. Организация внутренней и внешней памяти
5. Кэш-память команд
6. Коммуникационные порты процессора. Синхронизация передачи данных
7. Сопроцессор ПДП: регистры ПДП канала
8. Сопроцессор ПДП: режимы работы канала
9. Сопроцессор ПДП: режимы автоинициализации
10. Форматы данных процессора ЦОС
11. Методы адресации операндов
12. Система команд процессора. Команды пересылок, арифметики, логических операций. Примеры команд
13. Система команд процессора. Команды управления
14. Система команд процессора. Трехоперандные и параллельные команды
15. Конвейерное выполнение команд. Конфликты конвейера
16. Управление программой: режим повторений команды и блока команд
17. Управление программой: задержанные переходы
18. Управление программой: прерывания и стек
19. Программный ввод/вывод данных через коммуникационный порт процессора
20. Ввод данных с коммуникационного порта по прерыванию заполнения входного буфера порта.
21. Ввод данных с коммуникационного порта по прерыванию готовности данных порта.
22. Вывод данных с коммуникационного порта по прерыванию заполнения входного буфера порта.
23. Вывод данных с коммуникационного порта по прерыванию готовности данных порта.
24. Ввод данных через коммуникационный порт процессора с использованием ПДП.
25. Вывод данных через коммуникационный порт процессора с использованием ПДП.
26. Реализация КИХ-фильтра.
27. Реализация алгоритма умножения комплексных матриц.
28. Реализация алгоритма умножения комплексной матрицы на комплексный вектор.
29. Реализация алгоритма умножения комплексного вектора на комплексную матрицу.
30. Реализация алгоритма умножения действительного вектора на комплексную матрицу.
31. Реализация алгоритма умножения действительных матриц.
32. Реализация алгоритма умножения комплексных векторов.
33. Вычисление квадратного корня.
34. Вычисление элементарных трансцендентных функций.
35. Реализация алгоритма БПФ.

#### *Вопросы к экзамену*

1. Различия CPLD/FPGA. Полный сумматор
2. Многоразрядные сумматоры: параллельный и последовательный.
3. Многоразрядные сумматоры: аккумулятор, сумматор-вычитатель.
4. Матричный умножитель
5. Комбинационный умножитель с деревом сумматоров
6. Конвейерный умножитель
7. Умножитель на основе масштабирующего аккумулятора
8. Последовательный умножитель
9. Умножитель на константу
10. Устройство деления с последовательным выполнением операций
11. Реализация КИХ-фильтра с умножителями на константу
12. Реализация КИХ-фильтра с распределенной арифметикой
13. Реализация КИХ-фильтра на основе умножителя-аккумулятора

14. Фильтр с прямоугольным окном – нерекурсивная и рекурсивная реализации
15. Децимация. Полифазный децимирующий фильтр
16. Интерполяция. Полифазный интерполирующий фильтр
17. Изменение частоты дискретизации (resampling). Реализация фильтра
18. Децимация/интерполяция с использованием CIC-фильтра
19. Цифровой синтезатор (DDS): структура и параметры.
20. Структура цифрового приемника, требования к блокам
21. Управляющие автоматы: автомат Мура, пример графа переходов/выходов
22. Управляющие автоматы: синтез автомата по заданной временной диаграмме сигналов

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Информационные радиосистемы». Оценочные средства могут быть получены по требованию.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....

2) .....

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ГИС  
\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
\_\_\_\_\_