



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)**

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы

  
(подпись)

Л.Г. Стаценко  
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор выпускающего  
структурного подразделения

  
(подпись)

Л.Г. Стаценко  
(И.О. Фамилия)

«29» декабря 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов радиосвязи*

*Направление подготовки 11.03.02 Информационные технологии и системы связи  
(Системы радиосвязи и радиодоступа)*

*Форма подготовки: очная*

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. №930.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения протокол № 5 от «29» декабря 2022 г.

Директор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения: д.ф.-м.н., профессор Стаценко Любовь Григорьевна  
Составитель (ли): к.т.н., профессор В.В. Петросьянц

Владивосток  
2022

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании  
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и  
утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения  
(выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_»  
\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании  
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и  
утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения  
(выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»  
\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании  
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и  
утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения  
(выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»  
\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании  
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и  
утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения  
(выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»  
\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании  
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и  
утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения  
(выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»  
\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## **Аннотация дисциплины** *Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов радиосвязи*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 36 часов, практических/лабораторных 36/18 часов, а также выделено 27 часов на самостоятельную работу студента и 27 часов на подготовку к экзамену.

**Язык реализации: русский.**

**Цель:** дать обучающимся знания, умения и развить навыки, дающие им возможность проектировать и эксплуатировать микропроцессорные устройства современных систем радиосвязи для передачи и приема цифровой информации.

**Задачи:**

- сформировать у обучающихся представление о направлениях развития микропроцессорной техники, ее элементной базе, о применении микропроцессоров для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов в реальном времени и отложенном режиме;

- дать комплекс базовых теоретических знаний о способах технической реализации и методах построения микропроцессорных систем, современной технической элементной базы в устройствах ЦОС;

- дать базовые знания по архитектуре микропроцессорных систем, микропроцессоров, программных и аппаратных средствах ЦОС;

Для успешного изучения дисциплины «Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов радиосвязи» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-3 - способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;
- ОПК-4 - способность иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное

моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;

- ПК-1 - готовность содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов;

- ПК-5 - способность проводить работы по управлению потоками трафика на сети.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Эксплуатация оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных Сооружений.	ПК-4 Способность осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций.	ПК-4.1 - Анализирует результаты и устанавливает соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам.	Знает основные этапы работы оборудования.
			Умеет формулировать параметры для работы Оборудования.
			Владеет навыками анализа результатов и параметров согласно отраслевым нормативам.

## I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: дать обучающимся знания, умения и развить навыки, дающие им возможность проектировать и эксплуатировать микропроцессорные устройства современных систем радиосвязи для передачи и приема цифровой информации.

### Задачи:

- сформировать у обучающихся представление о направлениях развития микропроцессорной техники, ее элементной базе, о применении микропроцессоров для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов в реальном времени и отложенном режиме;
- дать комплекс базовых теоретических знаний о способах технической реализации и методах построения микропроцессорных систем, современной технической элементной базы в устройствах ЦОС;
- дать базовые знания по архитектуре микропроцессорных систем, микропроцессоров, программных и аппаратных средствах ЦОС.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане):

Общепрофессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Эксплуатация оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных сооружений	ПК-4 Способность осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций.	ПК-4.1 - Анализирует результаты и устанавливает соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам.	Знает основные этапы работы оборудования.
			Умеет формулировать параметры для работы Оборудования.
			Владеет навыками анализа результатов и параметров согласно отраслевым нормативам.

## II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа).

### III. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Конт роль **	Формы промежуточной аттестации***
			Лек	Лаб	Пр	ОК*	СР		
1	<i>Раздел 1. Методы и средства измерений</i>	6	28	-	18	-			Зачет УО-1, ПР-2, ПР-6.
...	<i>Раздел 2. Измерение параметров радиосигналов и радиокомпонентов</i>	6	8	18	18		27	27	
	<i>Итого:</i>		36	18	36	-	27	27	

\*Онлайн-курс

\*\*Указать часы из УП

\*\*\*Зачет/экзамен

### IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### **Модуль 1. Микропроцессорные системы**

#### **Раздел 1. Универсальные микропроцессоры (12 часов)**

#### **Тема 1. Структура микропроцессорной системы (2 часа)**

Классификация микропроцессоров. Состав компьютерной системы: процессор, память, устройства ввода-вывода. Адресация (обращение) процессора к микросхемам памяти и внешним устройствам. Шины микропроцессора. Разделение шины данных во времени устройствами, подключенными к микропроцессору. Конфликт на шине данных. Типовая схема устройства цифровой обработки сигналов (ЦОС).

#### **Тема 2. Микропроцессор минимальной сложности (2 часа)**

Микропроцессор Intel 8080. Шины микропроцессора. Структурная схема 6 процессора. Назначение блоков процессора. Система команд. Таблица команд. Длина команды. Примеры ассемблерных команд. Перевод ассемблерной команды в машинный код.

#### **Тема 3. Циклы обмена по шине данных (2 часа)**

Машинные такты. Микропроцессорный модуль. Формирование системным контроллером четырех управляющих сигналов. Стандартные циклы обмена по шине данных: цикл приема и цикл выдачи, временные диаграммы. Последовательность событий на шинах адреса, данных и управления. Длительность стандартного цикла обмена.

#### **Тема 4. Выборка и выполнение команд процессором (2 часа)**

Выборка (чтение) и выполнение команд при выполнении программы. Структурная схема выборки команды из программной памяти. Алгоритм действий микропроцессора на шинах адреса, данных. Пример выполнения ассемблерных команд. Временные диаграммы выполнения нескольких ассемблерных команд.

#### **Тема 5. Процессоры Intel Pentium (4 часа)**

Процессоры Intel Pentium. Состав компьютерной системы: процессор, оперативная и постоянная память, накопители, устройства ввода-вывода. Адресация (обращение) процессора к оперативной памяти и устройствам ввода-вывода. Логический и физический адрес. Страничная организация памяти. Свопинг. Кэширование памяти. Уровни L1 и L2 кэш-памяти процессора. Прерывания и прямой доступ к памяти. Структурная схема процессора: суперскалярная архитектура, конвейер команд. Реальный, защищенный режим. Режим системного управления. Программная модель процессора. Сегментные и системные регистры. Адресация с помощью сегментных регистров. Система команд. Операции с целыми числами и плавающей точкой. Управление программой, защитой памяти, управление процессором. Команды MMX и SSE. Многозадачность, сегмент состояния задачи TSS.

### **Раздел 2. Организация памяти микропроцессоров (8 часов)**

#### **Тема 6. Память универсальных микропроцессоров (1 час)**

Организация памяти универсальных микропроцессоров. Структурная схема подключения трех уровней памяти: регистровой, основной и внешней памяти. Основные характеристики и отличия трех уровней памяти. Классификация микросхем основной памяти универсальных микропроцессоров. Виды основной памяти. Примеры микросхем оперативной и постоянной памяти, применяемых в микропроцессорных системах.

#### **Тема 7. Микросхемы основной памяти (3 час)**

Микросхемы оперативной памяти. Назначение микросхем статической памяти SRAM с произвольным доступом. Пример SRAM: микросхема памяти КР537РУ8А, назначение сигналов шины управления, режимы работы, структура ячеек памяти. Временные диаграммы работы КР537РУ8А, матрица ячеек памяти. 7 Динамическая память ОЗУ. Принцип работы ячейки динамической памяти. Регенерация выходного сигнала. Преимущества и недостатки динамической памяти по сравнению со статической памятью ОЗУ. Мультиплексирование шины адреса, временные диаграммы сигналов микросхемы динамической памяти в цикле чтения.

#### **Тема 8. Подключение микросхем памяти к микропроцессору (2 часа)**

Подключение микросхем основной памяти к микропроцессору. Подключение одной микросхемы ПЗУ к микропроцессору. Структурная схема подключения. Разделение адреса микропроцессора на две части. Адресное пространство микросхемы ПЗУ. Алгоритм действий на шинах процессора при чтении ПЗУ. Подключение микросхем ПЗУ к микропроцессору.

#### **Тема 9. Компьютерная память (2 часа)**

Модули памяти ОЗУ универсальных микропроцессоров. Форм-фактор SIMM, RIMM, DIMM. Характеристики микросхем, устанавливаемых на модуле памяти.



Назначение модулей. Модули DIMM. Синхронизация модуля DIMM на системной плате, формирование частот системной шины и процессора. Производительность памяти, пропускная способность шины памяти, пример. Кэширование оперативной памяти. Место подключения кэша в трехуровневой иерархии памяти микропроцессорной системы. Принцип работы кэш-памяти. Характеристики кэша уровней L1, L2, L3. Размер кэша и его эффективность.

### **Раздел 3. Периферийные устройства процессора (8 часов)**

#### **Тема 10. Порты ввода-вывода (4 часа)**

Порты ввода-вывода. Примеры подключения внешних устройств с помощью порта. Способы обмена микропроцессора с внешними устройствами: программный, по прерыванию и прямой доступ к памяти. Микросхемы последовательного и параллельного ввода-вывода данных (адаптеры). Программный способ обмена данными между микропроцессором и внешним устройством. Алгоритм обмена с ожиданием готовности внешнего устройства. Обмен данными между микропроцессором и внешним устройством с помощью прерываний. Алгоритм обмена данными с помощью контроллера прерываний. Сравнение обмена по прерываниям и прямым доступом к памяти. Обмен данными между микропроцессором и внешним устройством с помощью прямого доступа к памяти. Алгоритм обмена данными с помощью контроллера прямого доступа к памяти.

#### **Тема 11. Примеры подключения внешних устройств к процессору (2 часа)**

Порт вывода. Структурная схема подключения 8-разрядного светодиодного индикатора Принцип работы схемы. Алгоритм действий на шинах процессора при выводе данных на индикатор, подключенный к параллельному порту. Порт ввода. Структурная схема подключения кнопочной клавиатуры Принцип работы схемы. Алгоритм действий на шинах процессора при вводе 8 данных из клавиатуры. Программный анализ состояния клавиш клавиатуры. Структурная схема подключения матричной клавиатуры Принцип работы схемы. Алгоритм действий на шинах процессора при вводе данных из клавиатуры. Программный анализ состояния клавиш клавиатуры.

#### **Тема 12. Подключение микросхем ЦАП и АЦП (2 часа)**

Подключение микросхем ЦАП и АЦП к микропроцессору через параллельный и последовательный интерфейсы. Структурная схема подключения ЦАП и АЦП с использованием регистра и дешифратора адреса. Вывод данных из процессора на ЦАП программным способом. Алгоритм событий на шинах адреса, данных и управления при выводе одного отсчета на ЦАП. Ввод данных из АЦП программным способом. Алгоритм событий на шинах адреса, данных и управления при вводе одного отсчета из АЦП.

#### **Модуль 2. Поточковая обработка сигналов в реальном времени**

### **Раздел 4. Цифровые процессоры обработки сигналов (4 часа)**

#### **Тема 13. Структура сигнального процессора (2 часа)**

Базовая операция цифровых процессоров обработки сигналов (ЦПОС): умножение с накоплением. Отличия ЦПОС (DSP) от универсальных микропроцессоров. Структура процессорной системы: антиэлайсинговый фильтр,

АЦП, арифметико-логическое устройство, ЦАП, сглаживающий фильтр.

#### **Тема 14. Сигнальный процессор ADSP2189 (2 часа)**

MAC-блок и секвенсор процессора. Параллельное выполнение команд. Центральный модуль обработки, АЛУ, память программ и данных. Подключение аналоговых узлов –16-разрядных АЦП и ЦАП. Организация памяти. Система команд. Ввод-вывод данных по прерываниям. Последовательные порты процессора. часа)

#### **Раздел 5. Применение цифровой обработки (4 часа)**

#### **Тема 15. Применение цифровых процессоров обработки сигналов (2 часа)**

Области применения цифровых процессоров обработки сигналов. Основные приложения ЦПОС. Цифровая фильтрация, спектральный анализ в реальном масштабе времени. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Дискретное преобразование Фурье. Обработка речевых сигналов.

#### **Тема 16. Микроконтроллеры (2 часа)**

Структура микроконтроллера – однокристальной встраиваемой микропроцессорной системы. Арифметико-логическое устройство, оперативная память, постоянное запоминающее устройство, порты ввода-вывода. Встраиваемые аналого-цифровые преобразователи и широтно-импульсные модуляторы. Контроллер AT8535 компании Atmel. Организация внутренней и внешней памяти. Память программ и память данных гарвардской архитектуры.

## **V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 часов)**

#### **Занятие 1. Система команд микропроцессора (2 часа).**

Система команд микропроцессора Intel 8080. Формат команд и примеры команд на языке ассемблера. Перевод ассемблерной команды в машинный код. Запись чисел в двоичной, десятичной и шестнадцатеричной системе счисления. Перевод числа из одной системы счисления в другую. Действия команд при выполнении текущей команды микропроцессором. Длина команды. Определение кода операции с помощью таблицы, примеры КОП.

#### **Занятие 2. Выполнение команд процессором (2 часа).**

Пример программы умножения двух восьмиразрядных двоичных чисел. Запись программы на языке ассемблера и в машинных кодах. Выделение в таблице программы сигналов шины адреса и шины данных процессора. Алгоритм выборки команды из памяти. Транзакции микропроцессора на шинах адреса, данных. Пример выполнения ассемблерных команд. Расчет времени выполнения двух ассемблерных команд из программы умножения. Графики выборки и выполнения команд от времени.

#### **Занятие 3. Подключение микросхем памяти к процессору (2 часа).**

Подключение микросхем основной памяти к микропроцессору. Подключение одной микросхемы ПЗУ к микропроцессору. Структурная схема подключения. Разделение адреса микропроцессора на две части. Адресное пространство микросхемы ПЗУ. Алгоритм действий на шинах процессора при чтении ПЗУ.

Подключение микросхем ПЗУ и ОЗУ. Адресное пространство отдельной микросхемы памяти.

#### **Занятие 4. Двухнаправленная шина данных порта (2 часа).**

Порты ввода-вывода. Двухнаправленная шина данных. Организация шины данных с помощью микросхем с z-состоянием. Высокоомное состояние выхода. Восьмиразрядный шинный буфер SN74LS245N. Запись информации в регистр. 10 Перевод микросхемы в z-состояние. Управление направлением передачи данных по шине. Возможный конфликт на шине данных. Правило подключения микросхем с z-состоянием к шине данных для устранения конфликта во время выполнения программы процессором.

#### **Занятие 5. Микросхемы ЦАП и АЦП (6 часов).**

Структурная схема ЦАП 572ПА1, принцип работы, назначение выводов микросхемы 572ПА1. Уравнение для расчета выходного тока микросхемы ЦАП. Подключение операционного усилителя для организации цифроаналогового преобразователя с выходом по напряжению. Уравнение для расчета выходного напряжения преобразователя из микросхемы ЦАП 572ПА1 и операционного усилителя. Статические и динамические характеристики ЦАП 572ПА1. Передаточная характеристика преобразователя. Основные параметры ЦАП 572ПА1 - Число разрядов, напряжение питания, опорное напряжение, ток потребления, время установления выходного тока, погрешность преобразования. Атенюатор напряжения на базе масштабирующего ЦАП. Виды микросхем аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Структурные схемы АЦП параллельного преобразования, последовательного приближения, интегрирующие АЦП. Принцип работы, быстродействие, разрядность. АЦП параллельного преобразования 1113ПВ1 (зарубежный аналог AD571). Расчет выходного n-разрядного цифрового кода АЦП в однополярном и биполярном режиме.

#### **Занятие 6. Интерфейсы ЦАП и АЦП (4 часа).**

Параллельный и последовательный интерфейсы ЦАП и АЦП. Структура цифрового интерфейса. ЦАП с параллельным интерфейсом входных данных. Структура соединения микропроцессора и ЦАП 572ПА1 по параллельному интерфейсу. Микросхема TDC1016 (1118ПА2) - ЦАП с встроенным 10-разрядным входным параллельным регистром. ЦАП с последовательным интерфейсом входных данных. Микросхема 12-разрядного цифро-аналогового преобразователя DAC8043A с встроенным трехпроводным входным интерфейсом и последовательным тактированием 11 данных. Тактовая (битовая) синхронизация, кадровая синхронизация. Микросхема аналого-цифрового преобразователя ADS1286 с последовательным интерфейсом. Структура АЦП последовательного приближения ADS1286 с последовательным выходным интерфейсом. Принцип работы АЦП ADS1286.

#### **Занятие 7. Подключение ЦАП и АЦП к микропроцессору (2 часа).**

Подключение микросхем ЦАП к микропроцессору через порт вывода. Подключение микросхем АЦП к микропроцессору через порт ввода. Подключение микросхем ЦАП и АЦП к микропроцессору для записи данных АЦП в оперативную память компьютера. Выбор частоты дискретизации аналогового сигнала на входе АЦП. Расчет максимальной частоты дискретизации с учетом

быстродействия преобразователя аналог-код и тактовой частоты процессора. Вывод данных из процессора на ЦАП в компьютере с процессором Pentium для формирования сигнала заданной частоты, квадратурных составляющих. Оценка диапазона формируемых частот на выходе ЦАП. Оценка качества формируемого сигнала ЦАП.

#### **Занятие 8. Спектр дискретных сигналов (6 часа).**

Спектр дискретных сигналов. Основная полоса частот цифрового фильтра. Антиэлайсинговый фильтр. Назначение, электрическая схема, расчет параметров антиэлайсингового фильтра. Расположение фильтра в структурной схеме.

#### **Занятие 9. Передаточная функция цифрового фильтра (2 часа).**

Передаточные функции КИХ- фильтра и БИХ- фильтра. Нули и полюсы. Устойчивость фильтра. Частотная характеристика. Определение АЧХ и ФЧХ с помощью частотной характеристики.

#### **Занятие 10. Типовые звенья дискретных систем (4 часа).**

Характеристики типовых звеньев линейных дискретных систем. Частотная характеристика звеньев первого и второго порядка, АЧХ и ФЧХ Экспресс-анализ характеристик. Передаточные функции базовых звеньев 12 первого и второго порядков рекурсивных и нерекурсивных фильтров.

#### **Занятие 11. Сигнальный процессор ADSP2189 (4 часа)**

Реализация основных приложений ЦПОС сигнальным процессором ADSP2189. Цифровая фильтрация, спектральный анализ в реальном и отложенном масштабе времени. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Дискретное преобразование Фурье. Обработка речевых сигналов.

### **Лабораторные работы (18 часов)**

#### **Лабораторная работа №1. Аналого-цифровой преобразователь с последовательным интерфейсом (4 часа).**

Лабораторные работы проводятся на съемной плате Emona SIGEx, которая устанавливается в модуль NI ELVIS II компании National Instruments. Цель работы. Исследование аналого-цифрового преобразования с помощью 8-разрядного блока с последовательным интерфейсом “ИКМ кодер, PCM ENCODER” в составе лабораторного стенда NI ELVIS II. Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы аналого-цифрового преобразователя. Измерение диапазона передаточной характеристики АЦП. Подключение измерительных приборов. Снятие передаточной характеристики АЦП. Составление таблицы, построение экспериментального графика передаточной характеристики аналого-цифрового преобразователя. Расчет теоретической зависимости выходного кода преобразователя от входного напряжения.

#### **Лабораторная работа №2. Цифро-аналоговый преобразователь с последовательным интерфейсом (4 часа).**

Цель работы: Исследование цифро-аналогового преобразования с помощью 8-разрядного блока “ИКМ декодер, PCM DECODER” с последовательным интерфейсом в лабораторном стенде NI ELVIS II. Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы цифроаналогового преобразователя. Измерение

диапазона передаточной характеристики ЦАП. Подключение измерительных приборов. Снятие 13 передаточной характеристики ЦАП. Составление таблицы, построение экспериментального графика передаточной характеристики цифро-аналогового преобразователя. Расчет теоретической зависимости выходного напряжения преобразователя от входного кода.

**Лабораторная работа №3. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (4 часа).**

Цель работы: Исследование амплитудно-частотной характеристики и фазо-частотной характеристики КИХ-фильтра с помощью блоков задержки Z-1 в лабораторном стенде NI ELVIS II. Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы КИХ-фильтра. Измерение диапазона передаточной характеристики фильтра. Подключение измерительных приборов. Снятие амплитудно-частотной характеристики фильтра. Снятие ФЧХ фильтра. Составление таблицы, построение экспериментальных графиков АЧХ и ФЧХ КИХ-фильтра. Расчет теоретической зависимости АЧХ и ФЧХ КИХ-фильтра.

**Лабораторная работа №4. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (4 часа).**

Цель работы: Исследование амплитудно-частотной характеристики и фазо-частотной характеристики БИХ-фильтра с помощью блоков задержки Z-1 в лабораторном стенде NI ELVIS II. Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы БИХ-фильтра. Измерение диапазона передаточной характеристики фильтра. Подключение измерительных приборов. Снятие амплитудно-частотной характеристики фильтра. Снятие ФЧХ фильтра. Составление таблицы, построение экспериментальных графиков АЧХ и ФЧХ БИХ-фильтра. Расчет теоретической зависимости АЧХ и ФЧХ БИХ-фильтра.

**Лабораторная работа №5. Нули и полюсы цифровых фильтров (4 часа).**

Цель работы: Исследование устойчивости КИХ-фильтра и БИХ-фильтра с помощью блоков задержки Z-1 в лабораторном стенде NI ELVIS II. 14 Задание. Сборка проводниками экспериментальной схемы КИХ-фильтра и БИХ-фильтра. Подключение активной панели задания коэффициентов фильтра с экрана компьютера. Установка коэффициентов фильтра с экрана компьютера. Анализ расположения нулей и полюсов передаточной характеристики фильтра. Анализ устойчивости КИХ-фильтра и БИХ-фильтра по расположению нулей и полюсов передаточной характеристики относительно единичной окружности.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация

1	<b>Модуль I. Микропроцессорные системы.</b>	ПК-4.1 Анализирует результаты и устанавливает соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам.	Знает способы выбора современной элементной базы микропроцессорных систем с заданными характеристиками; методы расчета узлов проектируемых устройств для подключения памяти и внешних устройств для обработки электрических сигналов; экспериментальные методы исследования характеристик устройств цифровой обработки сигналов; способы численного анализа характеристик АЦП и ЦАП; основные способы поиска и анализа справочной информации.	УО-1 собеседование / устный опрос.	Вопросы к экзамену
			Умеет осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач	УО-1 собеседование / устный опрос.	
			Владеет навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач	ПР-2 контрольная работа.	
2	<b>Модуль 2. Потоковая обработка сигналов в реальном времени.</b>	ПК-4.1 Анализирует результаты и устанавливает соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам.	Знает Наличие общего представления о универсальных микропроцессорах, сигнальных процессорах и микроконтроллерах; знание способов выбора методик экспериментальных исследований; основные схемотехнические решения, применяемые для решения типовых задач распределения адресного	УО-1 собеседование / устный опрос.	Вопросы к экзамену

		<p>пространства памяти микропроцессорной системы;</p> <p>базовые навыки применения математического аппарата для решения задач, возникающих при исследовании различных устройств ЦОС, применяемых в радиосвязи</p>	
		<p>Умеет Применять знания в области микропроцессорной техники для решения возникающих задач при построении систем связи, с учетом свойств элементов ЦОС и класса микропроцессора; самостоятельно находить необходимую научно-техническую и справочную литературу, относящуюся к выбору готового или построению самостоятельного решения для реализации конкретной задачи; составлять и рассчитывать характеристики простейших микропроцессорных систем, применяемых для построения базовых блоков ЦОС.</p>	<p>УО-1 собеседование / устный опрос.</p>
		<p>Владеет способностью четко и грамотно ставить задачу, составлять план разработки структурного решения; навыками выбора соответствующих</p>	<p>ПР-2 контрольная работа. ПР-6 лабораторная работа.</p>

			<p>элементов памяти, структурных решений, средств измерений для контроля параметров МП системы при построении систем связи;</p> <p>навыками, позволяющими самостоятельно находить методы решения типовых и нетипичных задач в области расчета, построения и последующего анализа параметров и характеристик схем обработки сигналов, а также в области описания и анализа характеристик МП систем, применяемых в электронике и устройствах радиосвязи.</p>		
--	--	--	--	--	--

## VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение	15 часов	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6).



		литературы		
2	1-8 неделя семестра.	Выполнение самостоятельной работы № 1.	6 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос).
3	9-15 неделя семестра.	Выполнение самостоятельной работы № 2.	6 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос), ПР-2 (контрольная работа).
4	16-18 неделя семестра.	Подготовка к экзамену.	27 часов	Экзамен, ПР-8 (портфолио).
Итого:			54 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научнобиблиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном

чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельная работа №1.* От обучающегося требуется:

1. Свободно ориентироваться в определениях микропроцессора и по модели определять тип и типовую структуру микропроцессора. Знать как оперативно найти данные о микропроцессоре по справочнику
2. Знать как организована память в микропроцессоре
3. Понимать местоположение микропроцессора в структуре персонального компьютера, микроконтроллера и любого цифрового устройства.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались

недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

*Критерии оценки.* Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности.

*Самостоятельная работа № 2.* От обучающегося требуется:

1. Изучить методическое пособие по проведению лабораторных работ по дисциплине «Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов цифрового вещания»

2. Знать различия между разными видами АЦП и ЦАП, их достоинства и недостатки и особенности реализации.

3. Знать интерфейсы подключения АЦП и ЦАП к другим элементам цифровых и аналоговых устройств.

*Критерии оценки.* Используется оценочная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности.

Оценка	Требования
«отлично»	Оценка «отлично» ставится студенту за выполнение контрольной работы на 91% и более.
«хорошо»	Оценка «хорошо» ставится студенту за выполнение контрольной работы на 80-90%
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» ставится студенту за выполнение контрольной работы на 61-79%.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту за выполнение контрольной работы на менее чем 60%.

## VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие [Электронный ресурс]/- М.: СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с.  
<http://znanium.com/catalog/product/883840>
2. Гуров В.В. Микропроцессорные системы: Учебник [Электронный ресурс] /- М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.  
<http://znanium.com/catalog/author/45c0c05d-39bd-11e4-b05e-00237dd2fde2>
3. Аксенов В.П. Сигнальные процессоры: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006.  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:394990&theme=FEFU>

4. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]/ Алан Оппенгейм, Рональд Шафер— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 1048 с.

<http://www.iprbookshop.ru/26906.html>

5. Сперанский В.С. Конспект лекций по курсу Микропроцессоры и цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Сперанский В.С. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский технический университет связи и информатики, 2013. — 102 с.

<http://www.iprbookshop.ru/63339.html>

#### **Дополнительная литература**

1. Глинкин Е.И. Схемотехника микропроцессорных средств [Электронный ресурс]: монография. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 149 с.

<http://www.iprbookshop.ru/64583.html>

2. Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов радиотехнических специальностей / - Москва: Академия, 2008. 318 с.

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:257600&theme=FEFU>

3. Милованов Н.В. Архитектура систем на кристалле [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Милованов Н.В. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. — 86 с.

<http://www.iprbookshop.ru/14006.html>

4. Носов В.И. Обработка сигналов при ортогональном частотном мультиплексировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Носов В.И. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. — 349 с.

<http://www.iprbookshop.ru/40539.html>

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География.  
[http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learnig\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learnig_character=&accessibility_restriction=)
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

### IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

#### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Мультимедийная аудитория E729, E728, E625	Экран с электроприводом Trim Screen Line, проектор Mitsubishi, подсистема видеокоммутации, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления, акустическая система для потолочного монтажа Extron, цифровой аудиопроцессор, документ-камера AverVision, доска аудиторная, специализированная учебная мебель	Microsoft Office 365, Microsoft Teams, Microsoft Visio, MathCad Education University Edition, AutoCAD, 7-Zip, Scilab,
Компьютерный класс кафедры Е	оборудование Elvis II + модуль Emona DATEx. Методика «Emona DATEx	Microsoft Office 365, Microsoft

725, Е 726, Е 727	Экран с электроприводом Trim Screen Line, проектор Mitsubishi, подсистема видеокоммутации, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления, акустическая система для потолочного монтажа Extron, цифровой аудиопроцессор, документ-камера AverVision, доска аудиторная, специализированная учебная мебель	Teams, Microsoft Visio, MathCad Education Universety Edition, AutoCAD, 7-Zip, Scilab,
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit) + Win8.1Pro (64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	Microsoft Office 365, Microsoft Teams, Microsoft Visio, MathCad Education Universety Edition, AutoCAD, 7-Zip, Scilab,

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно- навигационной поддержки.