

Документ подписан посредством электронной подписи
Информация о владельце:
ФИО: Шамрай-Курбатова Лидия Викторовна
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2026 10:08:49
Уникальный программный ключ:
b1e4399771b07e18f31755456972d73b2ccfc531

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Цифровая обработка сигналов

(Наименование дисциплины)

09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Экономики и управления

Год набора

2026

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины	
	Очная форма	Очно-заочная форма
	д	в
Зачетные единицы	3	3
Общее количество часов	108	108
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32	16
– Лекционные (Л)	16	8
– Практические (ПЗ)	16	8
– Лабораторные (ЛЗ)		
– Семинарские (СЗ)		
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76	92
К (Р-Г) Р (П) (+;-)		
Тестирование (+;-)		
ДКР (+;-)		
Зачет (+;-)	+	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))		
Экзамен (+;- (Кол-во часов))		

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	8
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся.....	13
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	15
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)	19
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии.....	21
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	23

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «**Цифровая обработка сигналов**» входит в перечень **Элективных дисциплин Б1.В.ДЭ.04.02** подготовки обучающихся по направлению **Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»**.

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ОПК-1. Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

Дескрипторы общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1.1 – Способен применить методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для изучения предметной области при автоматизации бизнес-процессов, включая методы машинного обучения, нейросетевого моделирования и статистического анализа данных для построения предиктивных моделей.

ОПК-1.2 – Способен определить необходимость и постановку задач экспериментального исследования, средства и методы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием инструментов интеллектуального анализа данных, методов валидации и тестирования моделей искусственного интеллекта.

ПК-3 – Способен осуществлять проектирование компьютерного программного обеспечения

Дескрипторы профессиональных компетенций:

ПК-3.1. - Способен проектировать архитектуру компьютерного программного обеспечения, включая интеллектуальные компоненты

ПК-3.2. - Способен применять методы и средства проектирования программного обеспечения, включая проектирование интерфейсов и командную разработку

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения **индикаторов компетенций:**

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
	ОПК-1.1 – Способен применить методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для изучения предметной области при автоматизации бизнес-процессов, включая методы машинного обучения, нейросетевого моделирования и статистического анализа данных для построения предиктивных	Знает ИД-1 ОПК-1.1 Методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования, включая методы машинного обучения, нейросетевого моделирования и статистического анализа данных для построения предиктивных моделей (без привязки к профессиональному стандарту) ИД-2 ОПК-1.2 Подходы к определению необходимости и постановке задач экспериментального исследования, средства и методы обработки экспериментальных данных, включая инструменты интеллектуального анализа данных, методы валидации и тестирования моделей искусственного интеллекта (без привязки к профессиональному

	<p>моделей.</p> <p>ОПК-1.2 – Способен определить необходимость и постановку задач экспериментального исследования, средства и методы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием инструментов интеллектуального анализа данных, методов валидации и тестирования моделей искусственного интеллекта.</p>	<p>стандарту)</p> <p>Умеет</p> <p>ИД-3 ОПК-1.1 Применять методы математического анализа, моделирования и экспериментального исследования для изучения предметной области при автоматизации бизнес-процессов с использованием методов машинного обучения, нейросетевого моделирования и статистического анализа данных (без привязки к профессиональному стандарту)</p> <p>ИД-4 ОПК-1.2 Определять необходимость и формулировать задачи экспериментального исследования, выбирать средства и методы обработки экспериментальных данных, включая инструменты интеллектуального анализа данных и методы валидации моделей искусственного интеллекта (без привязки к профессиональному стандарту)</p> <p>Имеет навыки</p> <p>ИД-5 ОПК-1.1 Владение навыками применения методов математического анализа, моделирования и экспериментального исследования, включая методы машинного обучения, нейросетевого моделирования и статистического анализа для решения задач автоматизации бизнес-процессов (без привязки к профессиональному стандарту)</p> <p>ИД-6 ОПК-1.2 Владение навыками постановки экспериментальных задач, обработки экспериментальных данных с использованием инструментов интеллектуального анализа, валидации и тестирования моделей искусственного интеллекта (без привязки к профессиональному стандарту)</p>
<p>ПС 06.001 Программист</p> <p>Д Разработка требований и проектирование программного обеспечения</p> <p>Д/03.6. Проектирование компьютерного программного обеспечения</p>	<p>ПК-3.1. Способен проектировать архитектуру компьютерного программного обеспечения, включая интеллектуальные компоненты</p> <p>ПК-3.2. Способен применять методы и средства проектирования программного обеспечения, включая проектирование интерфейсов и командную разработку</p>	<p>Знает:</p> <p>ИД-1 ПК 3.1. Принципы построения и виды архитектуры компьютерного программного обеспечения</p> <p>ИД-2 ПК 3.2. Методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения</p> <p>Умеет:</p> <p>ИД-3 ПК 3.1. Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения Д/03.6</p> <p>ИД-4 ПК 3.2. Использовать командные средства разработки компьютерного программного обеспечения Д/03.6</p> <p>Имеет навыки и (или) опыт:</p> <p>ИД-5 ПК 3.1. Разработки, изменения архитектуры компьютерного программного обеспечения и ее согласования с системным аналитиком и архитектором программного</p>

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки «09.03.03 Прикладная информатика», направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	Управление информационными системами	Компьютерное зрение
2	Основы систем искусственного интеллекта	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
3	Гибридные системы поддержки принятия решений	Прикладной искусственный интеллект в БАС
4		Учебная практика (Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))
5		Производственная практика (Технологическая (проектно-технологическая) практика)
6		Производственная практика (Преддипломная практика)

Последовательность формирования компетенций в указанных дисциплинах может быть изменена в зависимости от формы и срока обучения, а также преподавания с использованием дистанционных технологий обучения.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **09.03.03 Прикладная информатика**;
- Учебного плана направления подготовки **09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Прикладной искусственный интеллект»** 2026 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Всего	Аудиторные занятия		СРО	
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров	10	2	2	6	ИД-1 ОПК-1.1 ИД-2 ОПК-1.2
2	Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем	10	2	2	6	ИД-3 ОПК-1.1 ИД-4 ОПК-1.2
3	Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы	10	2	2	6	ИД-5 ОПК-1.1 ИД-6 ОПК-1.2
4	Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки	10	2	2	6	ИД-1 ПК 3.1.
5	Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)	9	2	2	5	ИД-2 ПК 3.2.
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка, прореживание по времени и частоте	9	2	2	5	ИД-3 ПК 3.1.
7	Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS	9	2	2	5	ИД-4 ПК 3.2.
8	Многоканальная обработка сигналов: децимация, интерполяция и квадратурные фильтры	9	2	2	5	ИД-5 ПК 3.1. ИД-6 ПК 3.2.
Вид промежуточной аттестации (Зачет)		+				
Итого		108	16	16	76	

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Всего	Аудиторные занятия		СРО	
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров	14	2		12	ИД-1 ОПК-1.1 ИД-2 ОПК-1.2
2	Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем	14	2		12	ИД-3 ОПК-1.1 ИД-4 ОПК-1.2
3		14	2		12	ИД-5 ОПК-1.1

	Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы					ИД-6 ОПК-1.2
4	Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки	14	2		12	ИД-1 ПК 3.1.
5	Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)	14		2	12	ИД-2 ПК 3.2.
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка, прореживание по времени и частоте	14		2	12	ИД-3 ПК 3.1.
7	Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS	12		2	10	ИД-4 ПК 3.2.
8	Многоканальная обработка сигналов: децимация, интерполяция и квадратурные фильтры	12		2	10	ИД-5 ПК 3.1. ИД-6 ПК 3.2.
Вид промежуточной аттестации (Зачет)		+				
Итого		108	16	16	92	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров

Аналоговый, дискретный и цифровой сигнал: определения. Равномерная дискретизация. Теорема Котельникова (Найквиста–Шеннона): условие восстановления сигнала по отсчётам, частота Найквиста. Эффект наложения спектров (алиасинг): возникновение ложных частот при нарушении условия. Антиалиасинговый фильтр: назначение. Квантование по уровню: равномерное и неравномерное, шаг квантования, уровни квантования. Ошибка (шум) квантования: свойства, связь с разрядностью. Динамический диапазон цифрового сигнала.

Тема 2. Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем

Определение Z-преобразования. Область сходимости (ROC): понятие, связь с устойчивостью системы. Основные свойства: линейность, сдвиг во времени, свёртка последовательностей, начальное и конечное значения. Таблица Z-преобразований типовых сигналов (единичный импульс, единичный скачок, экспонента). Передаточная функция $H(z)$: определение, связь с импульсной характеристикой. Полюса и нули: расположение на Z-плоскости, условие устойчивости (полюса внутри единичной окружности). Частотная характеристика: подстановка $z = \exp(j\omega)$. Обратное Z-преобразование: методы разложения на простые дроби, вычетов, деления многочленов.

Тема 3. Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы

Базовые элементы: умножитель, сумматор, элемент задержки. Прямая форма I: отдельные линии задержки для входа и выхода. Прямая форма II (каноническая): объединённые линии задержки, минимальное число элементов памяти. Каноническая форма: общее понятие структуры с минимальным числом задержек. Каскадная форма: разложение на звенья второго порядка, последовательное соединение. Параллельная форма: разложение на сумму дробей, параллельное соединение (для БИХ-фильтров). Структуры КИХ-фильтров: трансверсальная (прямая) форма, структура с линейной фазой (симметричные коэффициенты). Сравнение структур по чувствительности к квантованию коэффициентов и уровню шумов.

Тема 4. Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки

КИХ-фильтры: определение, свойства (устойчивость, линейная фаза). Условие линейной фазы: симметрия или антисимметрия импульсной характеристики. Идеальная частотная характеристика (прямоугольная форма) и соответствующая бесконечная импульсная характеристика ($\sin(x)/x$). Проблема усечения: эффект Гиббса (пульсации). Метод окон: умножение бесконечной импульсной характеристики на весовую функцию. Виды окон: прямоугольное, Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Кайзера. Свойства окон: ширина главного лепестка и уровень боковых лепестков. Метод частотной выборки: задание частотной характеристики в равноотстоящих точках, обратное ДПФ для получения импульсной характеристики. Сравнение методов.

Тема 5. Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)

БИХ-фильтры: связь с аналоговыми прототипами. Билинейное преобразование: назначение, эффект предсказания частот. Метод инвариантности импульсной характеристики. Фильтр Баттерворта: максимально плоская АЧХ, монотонный спад. Фильтры Чебышёва типа I и II: равноволновые пульсации в полосе пропускания или заграждения. Эллиптический фильтр (Кауэра): наименьшая переходная полоса, пульсации в обеих полосах. Порядок фильтра: влияние на крутизну среза. Преобразование частот: переход от ФНЧ к ФВЧ, полосовому или режекторному фильтру. Реализация в виде каскадных секций второго порядка.

Тема 6. Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка,

прореживание по времени и частоте

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ): определение, вычислительная сложность $O(N^2)$. Идея БПФ: использование симметрии и периодичности поворачивающих множителей. Алгоритм Кули–Тьюки с основанием 2. Прореживание по времени (DIT) и прореживание по частоте (DIF): различия в структуре. Операция «бабочка»: два входа, два выхода, один поворачивающий множитель. Реверсивная перестановка бит на входе (для DIT) или на выходе (для DIF). Вычислительная сложность: $O(N \log_2 N)$. Применение БПФ: спектральный анализ, быстрая свёртка (метод перекрытия с суммированием и перекрытия с накоплением).

Тема 7. Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS

Адаптивный фильтр: определение, назначение (работа в условиях неизвестной или меняющейся статистики сигнала). Структура адаптивного трансверсального фильтра: линия задержки, умножители с регулируемыми весами, сумматор, блок обновления весов. Принцип обратной связи по ошибке. Алгоритм наименьших средних квадратов (LMS): правило обновления весов с использованием градиента мгновенной ошибки; шаг сходимости μ (выбор для устойчивости и скорости); достоинства (простота, малые вычисления), недостатки (медленная сходимость для коррелированных сигналов). Алгоритм рекурсивных наименьших квадратов (RLS): использование всех прошлых отсчётов через матрицу обратных корреляций; экспоненциальное забывание; преимущества (быстрая сходимость), недостатки (высокая вычислительная сложность, чувствительность к разрядности). Примеры применения: шумоподавление, адаптивная идентификация канала, эхокомпенсация.

Тема 8. Многоканальная обработка сигналов: децимация, интерполяция и квадратурные фильтры

Многоскоростная обработка: изменение частоты дискретизации. Децимация (прореживание): уменьшение частоты дискретизации в целое число раз, эффект наложения спектров, необходимость предварительной фильтрации (антиалиасинговый фильтр). Интерполяция: увеличение частоты дискретизации путём добавления нулевых отсчётов, эффект появления зеркальных копий спектра, необходимость последующей фильтрации (сглаживающий фильтр). Каскадное применение дециматоров и интерполяторов. Квадратурные зеркальные фильтры (QMF): пара фильтров, делящих спектр на две полосы с возможностью точного восстановления сигнала. Фильтровые банки: набор полосовых фильтров для разбиения всего частотного диапазона. Применения: субполосное кодирование аудиосигналов (MP3), вокодеры, системы OFDM, многоканальная связь.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Генерация тестовых аналоговых сигналов (синус, сумма синусов). Проведение дискретизации с разными частотами (выше и ниже Найквиста). Наблюдение эффекта алиасинга на графиках. Реализация равномерного и неравномерного квантования. Расчёт ошибки квантования и отношения сигнал/шум для разной разрядности (8, 12, 16 бит). Сравнение исходного и восстановленного сигналов.
ПЗ 2	Вычисление Z-преобразований простых последовательностей (единичный импульс, скачок, экспонента) по определению. Определение области сходимости. Нахождение передаточной функции $H(z)$ по разностному уравнению. Построение карты полюсов и нулей на Z-плоскости. Оценка устойчивости системы по расположению полюсов. Расчёт частотной характеристики подстановкой $z = \exp(j\omega)$. Выполнение обратного Z-преобразования методом разложения на простые дроби.
ПЗ 3	Реализация разностного уравнения в виде прямой формы I и прямой формы II (канонической). Сравнение количества задержек и умножителей. Построение каскадной формы путём разложения передаточной функции на звенья второго порядка. Сборка

	параллельной формы для БИХ-фильтра. Реализация трансверсальной (прямой) структуры КИХ-фильтра с симметричными коэффициентами для обеспечения линейной фазы. Моделирование влияния квантования коэффициентов на частотную характеристику в разных структурах.
ПЗ 4	Расчёт импульсной характеристики идеального ФНЧ (функция $\sin(x)/x$). Усечение импульсной характеристики прямоугольным окном, наблюдение эффекта Гиббса. Применение окон Ханна, Хэмминга и Кайзера для уменьшения пульсаций. Сравнение АЧХ полученных фильтров. Реализация фильтра методом частотной выборки: задание желаемой АЧХ в N точках, обратное ДПФ, получение коэффициентов. Оценка отклонения реальной АЧХ от желаемой.
ПЗ 5	Расчёт порядка и коэффициентов фильтра Баттерворта по заданным требованиям к АЧХ. Применение билинейного преобразования с предискажением частот. Синтез фильтра Чебышёва типа I (с пульсациями в полосе пропускания) и эллиптического фильтра. Преобразование ФНЧ в ФВЧ, полосовой или режекторный фильтр. Реализация полученного фильтра в виде каскадных секций второго порядка. Сравнение АЧХ и фазовых характеристик разных типов фильтров.
ПЗ 6	Реализация прямого ДПФ с оценкой времени выполнения. Реализация алгоритма БПФ с прореживанием по времени (бабочка, реверсивная перестановка бит). Сравнение скорости работы БПФ и ДПФ для массивов разной длины (степени двойки и не степени). Вычисление спектра сигнала с помощью БПФ. Применение метода перекрытия с суммированием для быстрой свёртки двух сигналов. Визуализация спектра до и после фильтрации.
ПЗ 7	Реализация адаптивного трансверсального фильтра. Настройка весов по алгоритму LMS: выбор шага сходимости μ , анализ кривой обучения. Подавление шума на сигнале с помощью адаптивной фильтрации (использование опорного шума). Реализация алгоритма RLS с экспоненциальным забыванием. Сравнение скорости сходимости и остаточной ошибки LMS и RLS для стационарного и нестационарного сигналов. Адаптивная идентификация неизвестной системы (оценка её импульсной характеристики).
ПЗ 8	Реализация децимации (прореживания) сигнала без фильтра и с предварительным антиалиасинговым фильтром. Наблюдение наложения спектров. Реализация интерполяции путём вставки нулей и последующей фильтрации. Построение квадратурных зеркальных фильтров (QMF) для разделения сигнала на две полосы. Выполнение точного восстановления сигнала из субполос. Сборка фильтрового банка для анализа спектра в реальном времени. Применение децимации и интерполяции для изменения частоты дискретизации аудиосигнала.

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 5	Расчёт порядка и коэффициентов фильтра Баттерворта по заданным требованиям к АЧХ. Применение билинейного преобразования с предискажением частот. Синтез фильтра Чебышёва типа I (с пульсациями в полосе пропускания) и эллиптического фильтра. Преобразование ФНЧ в ФВЧ, полосовой или режекторный фильтр. Реализация полученного фильтра в виде каскадных секций второго порядка. Сравнение АЧХ и фазовых характеристик разных типов фильтров.
ПЗ 6	Реализация прямого ДПФ с оценкой времени выполнения. Реализация алгоритма БПФ с прореживанием по времени (бабочка, реверсивная перестановка бит). Сравнение скорости работы БПФ и ДПФ для массивов разной длины (степени двойки и не степени). Вычисление спектра сигнала с помощью БПФ. Применение метода перекрытия с суммированием для быстрой свёртки двух сигналов. Визуализация спектра до и после фильтрации.
ПЗ 7	Реализация адаптивного трансверсального фильтра. Настройка весов по алгоритму LMS: выбор шага сходимости μ , анализ кривой обучения. Подавление шума на сиг-

	нале с помощью адаптивной фильтрации (использование опорного шума). Реализация алгоритма RLS с экспоненциальным забыванием. Сравнение скорости сходимости и остаточной ошибки LMS и RLS для стационарного и нестационарного сигналов. Адаптивная идентификация неизвестной системы (оценка её импульсной характеристики).
ПЗ 8	Реализация децимации (прореживания) сигнала без фильтра и с предварительным антиалиасинговым фильтром. Наблюдение наложения спектров. Реализация интерполяции путём вставки нулей и последующей фильтрации. Построение квадратурных зеркальных фильтров (QMF) для разделения сигнала на две полосы. Выполнение точного восстановления сигнала из субполос. Сборка фильтрового банка для анализа спектра в реальном времени. Применение децимации и интерполяции для изменения частоты дискретизации аудиосигнала.

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Дискретизация и квантование сигналов	ПЗ	Дискуссионные технологии, Работа в малых группах, Взаимопроверка, Мозговой штурм, Интерактивные тренажёры	25
2	Z-преобразование и анализ дискретных систем	ПЗ	Дискуссионные технологии, Групповое решение проблемных задач, Кейс-стади, Взаимообучение, Проектно-ориентированное обучение	25
3	Структуры цифровых фильтров	ПЗ	Работа в парах, Деловая игра, Дискуссионные технологии, Мозговой штурм, Интерактивная визуализация с коллективным обсуждением	25
4	Проектирование КИХ-фильтров	ПЗ	Семинар-дискуссия, Работа в группах с презентацией, Ролевая игра, Интерактивная доска, Кейс-стади	25
5	Синтез БИХ-фильтров по аналоговому прототипу	ПЗ	Групповое решение задач, Конкурс, Интерактивная визуализация, Мозговой штурм, Проектно-ориентированное обучение	25
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	ПЗ	Дискуссионные технологии, Работа в группах, Кейс-стади, Проектно-ориентированное обучение, Взаимооценка	25
7	Адаптивные фильтры (LMS, RLS)	ПЗ	Дискуссионные технологии, Работа в группах, Кейс-стади, Проектно-ориентированное обучение, Взаимооценка	25
8	Многоканальная обработка сигналов	ПЗ	Групповое решение задач, Конкурс, Интерактивная визуализация, Мозговой штурм, Проектно-ориентированное обучение	25
Итого				25%

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Синтез БИХ-фильтров по аналоговому прототипу	ПЗ	Групповое решение задач, Конкурс, Интерактивная визуализация, Мозговой штурм, Проектно-ориентированное обучение	25
2	Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	ПЗ	Дискуссионные технологии, Работа в группах, Кейс-стади, Проектно-ориентированное обучение, Взаимо-оценка	25
3	Адаптивные фильтры (LMS, RLS)	ПЗ	Дискуссионные технологии, Работа в группах, Кейс-стади, Проектно-ориентированное обучение, Взаимо-оценка	25
4	Многоканальная обработка сигналов	ПЗ	Групповое решение задач, Конкурс, Интерактивная визуализация, Мозговой штурм, Проектно-ориентированное обучение	25
Итого				25%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопро-сов	№ рекоменду-емой литерату-ры
1	2	3	4
1	Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров	1-5	1, 2, 4, 5, 11, 12, 14, 15
2	Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем	6-10	1, 2, 3, 6, 9, 11, 12, 14
3	Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы	11-15	1, 2, 5, 7, 8, 12, 13, 14
4	Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки	16-20	1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 14
5	Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)	21-25	1, 2, 3, 7, 8, 12, 14, 15
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка, прореживание по времени и частоте	26-30	1, 2, 4, 6, 9, 11, 13, 14
7	Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS	31-35	1, 2, 4, 10, 11, 12, 14, 15
8	Многоканальная обработка сигналов: децимация, интерполяция и квадратурные фильтры	36-40	1, 2, 5, 6, 8, 11, 13, 14

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Чем отличаются аналоговый, дискретный и цифровой сигналы?
2. Сформулируйте теорему Котельникова (Найквиста–Шеннона) и поясните понятие частоты Найквиста.
3. Что такое эффект наложения спектров (алиасинг) и при каком условии он возникает?
4. Для чего нужен антиалиасинговый фильтр перед дискретизацией?
5. Объясните суть равномерного квантования. Что такое шаг квантования и шум квантования?
6. Дайте определение Z-преобразования. Что такое область сходимости (ROC) и как она связана с устойчивостью системы?
7. Перечислите основные свойства Z-преобразования (линейность, сдвиг, свёртка).
8. Что такое передаточная функция дискретной системы $H(z)$ и как она связана с импульсной характеристикой?
9. Как по расположению полюсов и нулей на Z-плоскости определить устойчивость системы?
10. Как из передаточной функции $H(z)$ получить частотную характеристику системы?
11. Назовите три базовых элемента любой структуры цифрового фильтра и их назначение.
12. В чём отличие прямой формы I от прямой формы II (канонической) по количеству элементов задержки?
13. Что такое каскадная форма реализации фильтра и для чего она применяется?
14. Для какого типа фильтров (КИХ или БИХ) используется параллельная форма и как она строится?
15. В чём преимущество трансверсальной (прямой) структуры КИХ-фильтра с симметричными коэффициентами?
16. Какими основными свойствами обладают КИХ-фильтры по сравнению с БИХ-фильтрами?

17. Что такое эффект Гиббса и почему он возникает при усечении идеальной импульсной характеристики?
18. Перечислите известные виды окон (не менее трёх) и укажите их основное различие.
19. В чём суть метода частотной выборки при проектировании КИХ-фильтров?
20. Каковы основные недостатки метода окон и метода частотной выборки по сравнению друг с другом?
21. Для чего используется билинейное преобразование при синтезе БИХ-фильтров?
22. Какая особенность АЧХ фильтра Баттерворта дала ему название «максимально плоский»?
23. Чем отличаются фильтры Чебышёва типа I и типа II друг от друга?
24. Какое преимущество даёт эллиптический фильтр (Кауэра) перед фильтрами Баттерворта и Чебышёва?
25. Как из передаточной функции ФНЧ получить ФВЧ или полосовой фильтр?
26. В чём заключается вычислительная проблема прямого дискретного преобразования Фурье (ДПФ)?
27. Какую идею используют алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ) для ускорения вычислений?
28. Что такое операция «бабочка» и какую роль она играет в алгоритме БПФ?
29. В чём различие между алгоритмами БПФ с прореживанием по времени и прореживанием по частоте?
30. Для каких целей применяется быстрое преобразование Фурье помимо спектрального анализа?
31. Дайте определение адаптивного фильтра. В каких ситуациях он необходим?
32. Опишите структуру адаптивного трансверсального фильтра и принцип его работы (обратная связь по ошибке).
33. В чём суть алгоритма наименьших средних квадратов (LMS)? От чего зависит выбор шага сходимости?
34. Какие преимущества и недостатки имеет алгоритм RLS (рекурсивных наименьших квадратов) по сравнению с LMS?
35. Приведите два примера практического применения адаптивных фильтров.
36. Что такое децимация сигнала и какая проблема возникает при её выполнении без предварительной фильтрации?
37. Объясните процесс интерполяции сигнала: из каких двух этапов он состоит?
38. Для чего нужны квадратурные зеркальные фильтры (QMF)?
39. Что такое фильтровый банк и где он применяется в цифровой обработке сигналов?
40. В чём преимущество многоканальной (многоскоростной) обработки сигналов перед односкоростной?

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе учебно-методического комплекса по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров	УО	ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-1 ОПК-1.1 ИД-2 ОПК-1.2
2	Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем	УО	ЗЗ, Д	ПРВ	ИД-3 ОПК-1.1 ИД-4 ОПК-1.2
3	Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы	УО	ЗЗ, Д, МШ	ПРВ	ИД-5 ОПК-1.1 ИД-6 ОПК-1.2
4	Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки	УО	ЗЗ, Д, МП	ПРВ	ИД-1 ПК 3.1.
5	Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)	УО	ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-2 ПК 3.2.
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка, прореживание по времени и частоте	УО	ЗЗ, Д	ПРВ	ИД-3 ПК 3.1.
7	Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS	УО	ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-4 ПК 3.2.
8	Многоканальная обработка сигналов: децимация, интерполяция и квадратурные фильтры	УО	ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-5 ПК 3.1. ИД-6 ПК 3.2.

Очно-заочная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Дискретизация и квантование сигналов: теорема Котельникова, эффекты наложения спектров	УО		ПРВ	ИД-1 ОПК-1.1 ИД-2 ОПК-1.2

2	Z-преобразование и его применение в анализе дискретных систем	УО		ПРВ	ИД-3 ОПК-1.1 ИД-4 ОПК-1.2
3	Структуры цифровых фильтров: прямые, канонические, каскадные и параллельные формы	УО		ПРВ	ИД-5 ОПК-1.1 ИД-6 ОПК-1.2
4	Проектирование КИХ-фильтров методами окон и частотной выборки	УО		ПРВ	ИД-1 ПК 3.1.
5	Синтез БИХ-фильтров на основе аналоговых прототипов (Баттерворт, Чебышёв, эллиптические)		ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-2 ПК 3.2.
6	Быстрое преобразование Фурье (БПФ): алгоритмы Кули–Тьюки, бабочка, прореживание по времени и частоте		ЗЗ, Д	ПРВ	ИД-3 ПК 3.1.
7	Адаптивные фильтры и алгоритмы LMS, RLS		ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-4 ПК 3.2.
8	Многоканальная обработка сигналов: дедимация, интерполяция и квадратурные фильтры		ЗЗ, МШ	ПРВ	ИД-5 ПК 3.1. ИД-6 ПК 3.2.

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

ЗЗ – защита выполненных заданий (творческих, расчетных и т.д.), представление презентаций;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

Д – Дискуссия, полемика, диспут, дебаты;

МП – Метод проектов.

5.2. Тематика письменных работ обучающихся

1. Сравнительный анализ равномерного и неравномерного квантования сигналов: достоинства, недостатки, области применения.
2. Эффект Гиббса при усечении импульсной характеристики КИХ-фильтра: причины возникновения и методы подавления.
3. Роль Z-преобразования в анализе устойчивости дискретных систем.
4. Обзор и сравнение структур цифровых фильтров (прямая, каноническая, каскадная, параллельная) с точки зрения вычислительной сложности и чувствительности к квантованию.
5. Методы синтеза БИХ-фильтров по аналоговому прототипу: билинейное преобразование и метод инвариантной импульсной характеристики.
6. Фильтры Баттерворта, Чебышёва и эллиптические: сравнительная характеристика формы АЧХ и областей применения.
7. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени и по частоте: анализ различий и эффективности.
8. Применение быстрой свёртки на основе БПФ для обработки длинных сигналов (методы перекрытия с суммированием и перекрытия с накоплением).
9. Адаптивный алгоритм LMS: принцип работы, выбор шага сходимости, анализ устойчивости.
10. Сравнение алгоритмов адаптивной фильтрации LMS и RLS: скорость сходимости, вычислительная сложность, чувствительность к коррелированным входным сигналам.
11. Применение адаптивных фильтров для подавления эха в телекоммуникационных системах.

12. Децимация и интерполяция сигналов: проблемы наложения спектров и появления зеркальных частот, методы их устранения.
13. Квадратурные зеркальные фильтры (QMF) и их роль в субполосном кодировании аудио-сигналов.
14. Фильтровые банки: принципы построения и применение в многоканальной обработке сигналов (OFDM, вокодеры).
15. Сравнение КИХ- и БИХ-фильтров: устойчивость, линейность фазы, вычислительная эффективность, области применения.
16. Методы проектирования КИХ-фильтров с линейной фазой: использование симметрии импульсной характеристики.
17. Влияние конечной разрядности коэффициентов и регистров на работу цифровых фильтров (эффекты квантования и предельных циклов).
18. Применение методов цифровой обработки сигналов в системах биомедицины (ЭКГ, ЭЭГ, обработка фонокардиограмм).
19. Цифровая обработка сигналов в системах связи: согласованные фильтры, демодуляция, коррекция каналов.
20. Обзор современных процессоров цифровой обработки сигналов (DSP): архитектура, системы команд, примеры применения (аудио, радар, управление двигателями).

5.3. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к зачету:

1. Дайте определение аналогового, дискретного и цифрового сигнала. Сформулируйте теорему Котельникова (Найквиста–Шеннона) и поясните понятие частоты Найквиста.
2. Объясните эффект наложения спектров (алиасинг). При каком условии он возникает и как с ним бороться?
3. Что такое квантование сигнала по уровню? Поясните понятия шага квантования, ошибки (шума) квантования и её зависимости от разрядности.
4. Дайте определение Z-преобразования. Что такое область сходимости (ROC) и как она связана с устойчивостью дискретной системы?
5. Перечислите основные свойства Z-преобразования (линейность, сдвиг, свёртка). Как из передаточной функции $H(z)$ получить частотную характеристику системы?
6. Как по расположению полюсов и нулей передаточной функции на Z-плоскости определить устойчивость и тип частотной характеристики фильтра?
7. Назовите базовые элементы структур цифровых фильтров. В чём отличие прямой формы I от прямой формы II (канонической)?
8. Что такое каскадная и параллельная формы реализации цифровых фильтров? Для каких типов фильтров (КИХ/БИХ) они применяются и с какой целью?
9. Опишите трансверсальную (прямую) структуру КИХ-фильтра. В чём преимущество КИХ-фильтров с симметричными коэффициентами?
10. Какими основными свойствами обладают КИХ-фильтры по сравнению с БИХ-фильтрами? Что такое эффект Гиббса и почему он возникает?
11. Объясните метод окон при проектировании КИХ-фильтров. Перечислите основные виды окон (прямоугольное, Ханна, Хэмминга, Кайзера) и их влияние на АЧХ.
12. В чём суть метода частотной выборки для синтеза КИХ-фильтров? Каковы его достоинства и недостатки по сравнению с методом окон?
13. Для чего используется билинейное преобразование при синтезе БИХ-фильтров? Что такое предискажение частот?
14. Сравните фильтры Баттерворта, Чебышёва (типа I и II) и эллиптические фильтры по форме АЧХ, крутизне среза и равномерности пульсаций.
15. Как из передаточной функции ФНЧ получить передаточную функцию ФВЧ, полосового

или режекторного фильтра?

16. В чём заключается вычислительная проблема прямого дискретного преобразования Фурье (ДПФ)? Какую идею используют алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ)?
17. Объясните операцию «бабочка» в алгоритме БПФ. В чём различие между алгоритмами с прореживанием по времени и прореживанием по частоте?
18. Дайте определение адаптивного фильтра. Опишите структуру адаптивного трансверсального фильтра и принцип работы алгоритма LMS (шаг сходимости, критерий устойчивости).
19. Сравните алгоритмы LMS и RLS: преимущества и недостатки каждого, скорость сходимости, вычислительная сложность. Приведите примеры применения.
20. Что такое децимация и интерполяция сигналов? Какие проблемы возникают при их выполнении без соответствующих фильтров? Для чего используются квадратурные зеркальные фильтры (QMF)?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Что произойдёт с сигналом, если частота дискретизации ниже удвоенной максимальной частоты его спектра?

- А. Сигнал будет восстановлен без искажений
- Б. Возникнет эффект наложения спектров (алиасинг)
- В. Сигнал станет полностью цифровым
- Г. Увеличится динамический диапазон

Правильный ответ: Б

2. Область сходимости (ROC) Z-преобразования для устойчивой дискретной системы должна:

- А. Содержать единичную окружность
- Б. Находиться вне единичной окружности
- В. Содержать начало координат
- Г. Быть пустой

Правильный ответ: А

3. Какая форма реализации цифрового фильтра требует минимального количества элементов задержки?

- А. Прямая форма I
- Б. Каскадная форма
- В. Параллельная форма
- Г. Прямая форма II (каноническая)

Правильный ответ: Г

4. Какой метод проектирования КИХ-фильтров позволяет напрямую задать значения частотной характеристики в дискретных точках?

- А. Метод окон
- Б. Метод частотной выборки
- В. Билинейное преобразование
- Г. Метод инвариантной импульсной характеристики

Правильный ответ: Б

5. Какой из перечисленных фильтров имеет максимально плоскую АЧХ в полосе пропускания?

- А. Фильтр Чебышёва типа I
- Б. Фильтр Чебышёва типа II
- В. Фильтр Баттерворта
- Г. Эллиптический фильтр

Правильный ответ: В

6. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с основанием 2 имеет вычислительную сложность:

- А. $O(N)$
- Б. $O(N^2)$
- В. $O(N \log_2 N)$
- Г. $O(\log_2 N)$

Правильный ответ: В

7. Какой алгоритм адаптивной фильтрации обеспечивает более быструю сходимость, но требует существенно больше вычислений на каждом шаге?

- А. LMS
- Б. RLS
- В. Градиентный спуск
- Г. Алгоритм Витерби

Правильный ответ: Б

8. Что такое децимация сигнала?

- А. Увеличение частоты дискретизации путём вставки нулевых отсчётов
- Б. Уменьшение частоты дискретизации путём прореживания отсчётов
- В. Преобразование аналогового сигнала в цифровой
- Г. Квантование сигнала по уровню

Правильный ответ: Б

9. Для какой структуры КИХ-фильтра характерна симметрия коэффициентов относительно центра?

- А. Для структуры с линейной фазой
- Б. Для каскадной структуры
- В. Для прямой формы I
- Г. Для параллельной формы

Правильный ответ: А

10. Какое преобразование чаще всего используется для перехода от аналогового фильтра-прототипа к дискретному БИХ-фильтру с сохранением формы АЧХ?

- А. Преобразование Фурье
- Б. Z-преобразование
- В. Билинейное преобразование
- Г. Преобразование Гильберта

Правильный ответ: В

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2019. 1048 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. 768 с.
3. Голд Б., Рэйдер Ч. Цифровая обработка сигналов. – М.: Советское радио, 2019. 560 с.
4. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М.: Додэка-XXI, 2020. 720 с.
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. – 3-е изд. – М.: Бином, 2019. 656 с.

7.2. Дополнительная литература

6. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 2018. 848 с.
7. Проектирование цифровых фильтров: справочник / под ред. А.Е. Кононова. – СПб.: Политехника, 2019. 320 с.
8. Дьяконов В.П. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. – М.: ДМК Пресс, 2020. 560 с.
9. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 2018. 584 с.
10. Хейкин С. Адаптивные фильтры. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2019. 688 с.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

11. Онлайн-курс «Введение в цифровую обработку сигналов» (СПбПУ). Режим доступа: <https://openedu.ru/course/spbstu/DIGSIG/> (дата обращения: 10.03.2026).
12. Видеолекции по цифровой обработке сигналов (ИТМО, проф. А.А. Ланэ). Режим доступа: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLmZxqL4wFw9x8y5z7> (дата обращения: 10.03.2026).
13. Интерактивные демонстрации по ЦОС в среде MATLAB (ЮФУ). Режим доступа: <https://edu.mmcs.sfedu.ru/course/view.php?id=124> (дата обращения: 10.03.2026).
14. Электронная библиотечная система «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.03.2026).
15. Образовательная платформа «Юрайт». Режим доступа: <https://urait.ru> (дата обращения: 10.03.2026).

Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

Материально-техническое обеспечение дисциплины «**Цифровая обработка сигналов**» включает в себя учебные аудитории для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных технологий обучения. Специфика реализации дисциплины с применением дистанционных технологий обучения устанавливается дополнением к рабочей программе. В части не противоречащей специфике, изложенной в дополнении к программе, применяется настоящая рабочая программа.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине с применением дистанционных образовательных технологий включает в себя:

Компьютерная техника, расположенная в учебном корпусе Института (ул. Качинцев, 63, кабинет Центра дистанционного обучения):

1. Intel i 3 3.4Ghz\ОЗУ 4Gb\500GB\RadeonHD5450
2. Intel PENTIUM 2.9GHz\ОЗУ 4GB\500GB

3. личные электронные устройства (компьютеры, ноутбуки, планшеты и иное), а также средства связи преподавателей и студентов.

Информационные технологии, необходимые для осуществления образовательного процесса по дисциплине с применением дистанционных образовательных технологий включают в себя:

- система дистанционного обучения (СДО) (Learning Management System) (LMS) Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment);
- электронная почта;
- система компьютерного тестирования;
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART;
- система интернет-связи skype;
- телефонная связь;
- ПО для организации конференций.

Обучение обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется посредством применения специальных технических средств в зависимости от вида нозологии.

При проведении учебных занятий по дисциплине используются мультимедийные комплексы, электронные учебники и учебные пособия, адаптированные к ограничениям здоровья обучающихся.

Лекционные аудитории оборудованы мультимедийными кафедрами, подключенными к звуковым колонкам, позволяющими усилить звук для категории слабослышащих обучающихся, а также проекционными экранами, которые увеличивают изображение в несколько раз и позволяют воспринимать учебную информацию обучающимся с нарушениями зрения.

При обучении лиц с нарушениями слуха используется усилитель слуха для слабослышащих людей Cyber Ear модель НАР-40, помогающий обучаемым лучше воспринимать учебную информацию.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья, обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебники, учебные пособия, материалы для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла;

для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина включает практические занятия, самостоятельную работу обучающегося.

В ходе изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» перед обучающимися стоит задача не только закрепить знания о сложных информационных явлениях, о чем свидетельствует содержание тематического плана, глубоко разобраться в объемном учебном материале, но и сформировать у себя на основе полученных компьютерных знаний соответствующие профессионально важные качества.

Практические занятия – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых обучающиеся учатся творчески работать с различной информацией, являются также действенной формой активизации самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является закрепление полученных в ходе лекций, а также в ходе самостоятельной работы над учебной и специальной литературой, знаний, умений и навыков. На практических занятиях особо обращается внимание на умение обучающихся проявлять элементы творчества в процессе самостоятельной работы, применять полученные знания на практике.

Практические занятия занимают центральное место в учебном процессе, так как позволяют на завершающем этапе усвоения материала, после прослушанной лекции и самостоятельного поиска дополнительных сведений по рассматриваемой проблематике, окончательно уточнить, сформировать свои позиции в ходе работы в составе учебной группы.

Основное в подготовке и проведении практикума – это самостоятельная работа обучающегося над изучением темы лекционного материала. Практические занятия проводятся по специальным планам – заданиям, которые содержатся в материалах, подготовленных на кафедре. Обучающийся обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему.

При подготовке к практическим занятиям следует чаще обращаться к справочной литературе, полнее использовать консультации (групповые и индивидуальные, устные и письменные) с преподавателями, которые читают лекции и проводят практикумы.

Таким образом, в процессе подготовке к практическому занятию рекомендуется:

- ознакомиться с вопросами плана;
- прочитать конспект лекции по изучаемой теме;
- прочитать соответствующие главы учебников, статьи;
- просмотреть перечень научных источников, предлагаемых в рабочей программе, выбрав несколько из них для углубленного изучения данной темы.

По каждому практическому заданию обучающиеся отчитываются преподавателю, оформляя письменный отчет, в котором сохраняют результаты своей работы в виде файлов. Результаты выполнения практических заданий оцениваются с учетом теоретических знаний по соответствующим вопросам дисциплины и уровнем владения практическими навыками при работе на компьютере.

Для углубленного изучения и освоения материала целесообразно выполнение практических работ, наряду с другими различными формами обучения обучающихся: тесты, задачи, упражнения, которые используются при проведении практических занятий, выполнении контрольных и аудиторных работ, а также при самостоятельном изучении данной дисциплины.

Одним из наиболее интенсивных способов изучения дисциплины является самостоятельное выполнение практических работ, на которых вырабатываются навыки по дисциплине «Цифровая обработка сигналов».

СРО позволяет глубже освоить теоретические и практические вопросы, понять принципы дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Основными задачами организации процесса самостоятельной работы по дисциплине являются:

- приобретение знаний по теоретическим основам дисциплины «Цифровая обработка сигналов», являющихся дополнением к материалу лекционных аудиторных занятий;
- приобретение практических навыков по дисциплине «Цифровая обработка сигналов».

Основные формы реализации СРО – изучение учебно-методической литературы по дисциплине «Цифровая обработка сигналов». В качестве базовой литературы можно использовать учеб-

ники и учебные пособия, согласно приведенному списку в разделе 6 рабочей программы, а также любые другие источники информации, такие как электронные учебники, обучающие и энциклопедические сайты, публикации журналов и конференций.

Обучающийся допускается к зачетному занятию по результатам успешного выполнения всех практических заданий и самостоятельной работы.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Цифровая обработка сигналов

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Скоробогатченко Дмитрий Анатольевич

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)
