МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ"

Рабочая программа дисциплины (модуля)

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Направление и направленность (профиль)
09.04.03 Прикладная информатика. Искусственный интеллект и машинное обучение в управлении и принятии решений

Год набора на ОПОП
2025

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Анализ сигналов и изображений» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (утв. приказом Минобрнауки России от 19.09.2017г. №916) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Тювеев А.В.

Утверждена на заседании научно-образовательный центр "искусственный интеллект" от 27.05.2026 , протокол № 5

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кригер А.Б.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат	1582918206
Номер транзакции	0000000000F7474C
Владелец	Кригер А.Б.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цели освоения учебной дисциплины:

Целью дисциплины «Анализ сигналов и изображений» является приобретение навыков разработки эффективных вычислительных алгоритмов, использующих современные методы цифровой обработки сигналов.

Задачи освоения дисциплины:

- усвоить методы и алгоритмы анализа сигналов;
- получить представление об основных направлениях развития прикладных исследований в области цифровой обработки сигналов и изображений;
- изучить математические модели сигналов, теорию дискретных линейных систем статистическую обработку и цифровую фильтрацию дискретных сигналов.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
09.04.03 «Прикладная информатика» (М-ПИ)	ПКВ-1 : Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области интеллектуального анализа данных и интеллектуальных систем	ПКВ-1.1к : Исследует и анализирует существующие и разрабатывает новые методы научных исследований и инструментарий в области интеллектуального анализа данных	РД1	Знание	Знание основных методов обработки сигналов и изображений
			РД1	Умение	Умение применять математические знания в задачах обработки сигналов и изображений
			РД2	Навык	Навык разработки новых методов анализа и обработки сигналов и изображений
		ПКВ-1.2к : Разрабатывает инструментарий в области интеллектуальных систем	РД1	Знание	Знание основных методов обработки сигналов и изображений
			РД1	Навык	Владение методами предобработки, обработки и анализа сигналов
			РД2	Знание	Знание подходов к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений
			РД2	Навык	Навык разработки новых методов анализа и обработки сигналов и изображений

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи	Формирование ценностей	Целевые ориентиры
Формирование научного мировоззрения и культуры мышления		
Формирование осознания ценности научного мировоззрения и критического мышления	Гуманизм Созидательный труд	Системное мышление Способность находить, анализировать и структурировать информацию
Формирование коммуникативных навыков и культуры общения		
Формирование навыков публичного выступления и презентации своих идей	Взаимопомощь и взаимоуважение	Умение работать в команде и взаимопомощь

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисци плина относится к обязательной части блока 1 Дисцплины (Модули)

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Методы статистического анализа и прогнозирования на языке R», «Методы машинного обучения», «Инженерия знаний», «Системы, основанные на знаниях», «Технологии сбора и предварительной обработки данных».

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обуче-ния	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттес-тации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
09.04.03 Прикладная информатика	ОФО	М01.Б	3	4	25	8	16	0	1	0	119	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Введение. Основные понятия теории обработки сигналов	РД1	2	0	0	12	Тест
2	Частотно-временные преобразования сигналов	РД2	2	0	0	10	Тест
3	Элементы математической статистики в теории обработки сигналов	РД1	2	0	0	10	Тест
4	Анализ изображений	РД2	2	0	0	10	Тест
5	Исследование преобразования Фурье в задаче анализа сигналов	РД1	0	3	0	12	отчет о выполненному практическому заданию
6	Кореляционные методы в обработке сигналов	РД1, РД1	0	3	0	12	отчет о выполненному практическому заданию
7	Исследование цифровых фильтров	РД1	0	3	0	12	отчет о выполненному практическому заданию
8	Анализ изображений с помощью алгоритмов обработки	РД1	0	3	0	12	отчет о выполненному практическому заданию
9	Обработка изображений с помощью нейросетей	РД1, РД2	0	4	0	20	отчет о выполненному практическому заданию
Итого по таблице			**8**	**16**	**0**	**110**	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Введение. Основные понятия теории обработки сигналов.

Содержание темы: 1.1. Классификация сигналов и способы их описания. 1.2. Информативные характеристики детерминированных сигналов (энергия, мощность, моменты, автокорреляционная функция, спектральный состав). 1.3. Гармонический анализ импульсной последовательности. Скважность, меандр, эффективная ширина спектра, база сигнала. 1.4. Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование). 1.5. Спектр. Спектральный анализ. 1.6. Кепстр. Кепстральное преобразование. 1.7. Двумерный комплексный кепстр. 1.8. Восстановление аналогового сигнала по множеству отсчетов. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к тестированию.

Тема 2 Частотно-временные преобразования сигналов.

Содержание темы: 3.1 Преобразование Фурье. Свойства. 3.2. Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства дискретного преобразования Фурье дискретизованного сигнала. 3.3. Использование дискретного преобразования Фурье для восстановления исходного сигнала и для вычисления отсчетов «непрерывного» спектра (интерполяция спектра). 3.4. Вычисление линейной свертки при помощи дискретного преобразования Фурье. 3.5. Эффект «растекания» спектра и весовые функции (окна). 3.6. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. 3.7. Ограничения и недостатки преобразования Фурье. Проблемы частотно-временной локализации нестационарных сигналов. 3.8. Оконное преобразование Фурье. 3.9. Двумерное дискретное преобразование Фурье. 3.10. Дискретное косинусное преобразование. Свойства. 3.11. Двумерное дискретное косинусное преобразование. 3.12. Вейвлет-преобразование. Базисные функции непрерывного вейвлет-преобразования. 3.13. Дискретное вейвлет-преобразование. Свойства. 3.14. Кратномасштабное представление сигналов. 3.15. Скейлинг-функция и

материнский вейвлет. 3.16. Вейвлеты Хаара, Добеши, Морле. 3.17. Быстрое вейвлет-преобразование (алгоритм Малла). 3.18. Двумерное дискретное вейвлет-преобразование.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к тестированию.

Тема 3 Элементы математической статистики в теории обработки сигналов.

Содержание темы: 2.1. Стохастическая модель сигналов и изображений (статистический ансамбль, совместное распределение, статистические моменты). 2.2. Дискретные стационарные (однородные) случайные процессы. 2.3. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, взаимная корреляция, автоковариация. 2.4. Виды стационарности случайных процессов. 2.5. Спектральная плотность мощности случайных процессов. 2.6. Взаимосвязь с автоковариационной последовательностью - теорема Винера-Хинчина. 2.7. Свойства автоковариационной последовательности и спектральной плотности мощности стационарных случайных процессов.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к тестированию.

Тема 4 Анализ изображений.

Содержание темы: 5.1 Математическое модели изображений. 5.2. Дискретизация изображений. 5.3. Квантование изображений. 5.4. Погрешности дискретного представления изображений. 5.5. Методы интерполяции изображений. 5.6. Линейная пространственная фильтрация. 5.7. Нелинейная пространственная фильтрация. 5.8. Фильтры повышения верхних пространственных частот изображения. 5.9. Частотная фильтрация изображений. 5.10. Анализ бинарных изображений. 5.11. Анализ текстурных изображений.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к тестированию.

Тема 5 Исследование преобразования Фурье в задаче анализа сигналов.

Содержание темы: 2.1. Дискретное преобразование Фурье детерминированного периодического сигнала. 2.2. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов дискретного преобразования Фурье детерминированного периодического сигнала. 2.3. Дискретное преобразование Фурье детерминированного квазипериодического сигнала. 2.4.. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов дискретного преобразования Фурье детерминированного квазипериодического сигнала. 2.5. Дискретное преобразование Фурье нестационарных сигналов. 2.6. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов дискретного преобразования Фурье нестационарных сигналов. 2.7. Оконное преобразование Фурье детерминированного периодического сигнала. 2.8. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов оконного преобразования Фурье детерминированного периодического сигнала. 2.9. Оконное преобразование Фурье детерминированного квазипериодического сигнала. 2.10.. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов оконного преобразования Фурье детерминированного квазипериодического сигнала. 2.11. Оконное преобразование Фурье нестационарных сигналов. 2.12. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов оконного преобразования Фурье нестационарных сигналов. 2.13. Спектральная плотность мощности детерминированного периодического сигнала 2.14. Спектральная плотность мощности

детерминированного квазипериодического сигнала 2.15. Спектральная плотность мощности нестационарных сигналов.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практика.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: написание отчета к практическому заданию.

Тема 6 Кореляционные методы в обработке сигналов.

Содержание темы: 4.1 Кепстральное преобразование детерминированного периодического сигнала. 4.2. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов кепстрального преобразования детерминированного периодического сигнала. 4.3. Кепстральное преобразование детерминированного квазипериодического сигнала. 4.4. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов кепстрального преобразования детерминированного квазипериодического сигнала. 4.5. Кепстральное преобразование нестационарных сигналов. 4.6. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация коэффициентов кепстрального преобразования нестационарных сигналов. 4.7. Спектральная плотность мощности детерминированного периодического сигнала 4.8. Спектральная плотность мощности детерминированного квазипериодического сигнала 4.9. Спектральная плотность мощности нестационарных сигналов.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практика.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: написание отчета к практическому заданию.

Тема 7 Исследование цифровых фильтров.

Содержание темы: 6.1. Фильтрация нестационарных сигналов. 6.2. Математическое ожидание, стандартное отклонение, автокорреляция, автоковариация отфильтрованных нестационарных сигналов. 6.3. Спектральная плотность мощности нестационарных сигналов .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практика.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: написание отчета к практическому заданию.

Тема 8 Анализ изображений с помощью алгоритмов обработки.

Содержание темы: Автоматическая обработка изображений. Фильтрация изображений. Разделение на каналы, цветовые схемы. Методы преобразований изображений. Линейная пространственная фильтрация изображения. Нелинейная пространственная фильтрация изображения. Сигма-фильтр. Нелинейная пространственная фильтрация изображения. Медианный фильтр. Нелинейная пространственная фильтрация. Фильтр повышения верхних пространственных частот изображения. Частотная фильтрация изображения. Низкочастотные фильтры. Частотная фильтрация изображения. Высокочастотные фильтры.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практика.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: написание отчета к практическому заданию.

Тема 9 Обработка изображений с помощью нейросетей.

Содержание темы: Методы работы и изображениями с помощью нейросетей. Сверточные нейросети. Построение нейросети для классификации изображений. Построение сетей для преобразований изображений. Написание собственной сети, подготовка выборки для обучения, анализ результатов работы нейросети.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практика.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: написание отчета к практическому заданию.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

Практическую работу следует проводить в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием, используя оригинальную методику и профессиональные программы. Можно рекомендовать установку оригинальных программ на ПК студентов и выполнять ряд задач дома. В этом случае в классе основное внимание концентрируется на методике использования названных программ и анализе полученных результатов

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Борисова, И. В. Компьютерное зрение. Цифровая обработка и анализ изображений : учебное пособие / И. В. Борисова. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-4851-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/404522 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Козлов, И. М. Цифровая обработка сигналов. Конспект лекций : учебное пособие / И. М. Козлов. — Новосибирск : НГТУ, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-7782-4969-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/404672 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Стариковский, А. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. И. Стариковский, Н. А. Стариковская, Е. В. Солдатов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 2— 2023. — 120 с. — ISBN 978-5-7339-1682-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/329009 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Гуриков, С. Р. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учебное пособие / С.Р. Гуриков. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 343 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-020255-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2166199 (дата обращения: 31.05.2026)

2. Машинное обучение с использованием Python : учебно-методическое пособие / составители А. В. Осин,К. А. Хализев. — Москва :МТУСИ, 2025. — 20 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/501209 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Цифровая обработка сигналов : методические указания / составители А. Н. Голубинский [и др.]. — Воронеж : ВГТУ, 2023. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/383297 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
2. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
3. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: http://oaji.net/
4. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: https://www.prlib.ru/
5. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: http://www.consultant.ru/

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Ист.бесп.эл.питания Smart-UPS 3000VA
- Мульт проектор №1 Panasonic PT-LX26HE
- Мультимедийный проектор №1 Casio XJ-V2
- Облачный монитор 23" LG CAV42K
- Облачный монитор LG Electronics черный +клавиатура+мышь
- Сетевой монитор:Нулевой клиент Samsung SyncMaster NC240
- Усилитель-распределитель VGA/XGA Kramer VP-200

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows Professional 8.1 Russian
- Python

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ"

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Направление и направленность (профиль)
09.04.03 Прикладная информатика. Искусственный интеллект и машинное обучение в управлении и принятии решений

Год набора на ОПОП
2025

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
09.04.03 «Прикладная информатика» (М-ПИ)	ПКВ-1 : Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области интеллектуального анализа данных и интеллектуальных систем	ПКВ-1.1к : Исследует и анализирует существующие и разрабатывает новые методы научных исследований и инструментарий в области интеллектуального анализа данных
		ПКВ-1.2к : Разрабатывает инструментарий в области интеллектуальных систем

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ПКВ-1 «Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области интеллектуального анализа данных и интеллектуальных систем»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код рез-та	Тип рез-та	Результат	
ПКВ-1.1к : Исследует и анализирует существующие и разрабатывает новые методы научных исследований и инструментарий в области интеллектуального анализа данных	РД 1	Знание	Знание основных методов обработки сигналов и изображений	знает основы методов обработки сигналов и изображений
	РД 1	Умение	Умение применять математические знания в задачах обработки сигналов и изображений	Умеет применять математические знания в задачах обработки сигналов и изображений
	РД 2	Навык	Навык разработки новых методов анализа и обработки сигналов и изображений	Способен к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений
ПКВ-1.2к : Разрабатывает инструментарий в области интеллектуальных систем	РД 1	Знание	Знание основных методов обработки сигналов и изображений	знает основы методов обработки сигналов и изображений
	РД 1	Навык	Владение методами предобработки, обработки и анализа сигналов	Владеет методами предобработки, обработки и анализа сигналов
	РД 2	Знание	Знание подходов к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений	Знает подходов к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений
	РД 2	Навык	Навык разработки новых методов анализа и обработки сигналов и изображений	Способен к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : Знание основных методов обработки сигналов и изображений	1.1. Введение. Основные понятия теории обработки сигналов	Опрос	Экзамен в устной форме
		1.3. Элементы математической статистики в теории обработки сигналов	Опрос	Экзамен в устной форме
РД1	Навык : Владение методами предобработки, обработки и анализа сигналов	1.5. Исследование преобразования Фурье в задаче анализа сигналов	Отчет по практике	Отчет по практике
		1.6. Кореляционные методы в обработке сигналов	Отчет по практике	Отчет по практике
		1.7. Исследование цифровых фильтров	Отчет по практике	Отчет по практике
РД1	Умение : Умение применять математические знания в задачах обработки сигналов и изображений	1.6. Кореляционные методы в обработке сигналов	Отчет по практике	Отчет по практике
		1.8. Анализ изображений с помощью алгоритмов обработки	Отчет по практике	Отчет по практике
		1.9. Обработка изображений с помощью нейросетей	Отчет по практике	Отчет по практике
РД2	Знание : Знание подходов к разработке новых методов анализа и обработки сигналов и изображений	1.2. Частотно-временные преобразования сигналов	Опрос	Экзамен в устной форме
		1.4. Анализ изображений	Опрос	Экзамен в устной форме
РД2	Навык : Навык разработки новых методов анализа и обработки сигналов и изображений	1.9. Обработка изображений с помощью нейросетей	Отчет по практике	Отчет по практике

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство		
	Вопросы к зачету	Практические работы	Итого

Лекции		10	10
Практические работы		50	50
Промежуточная аттстация	30		30
Самостоятельная работа		10	10
Итого	30	70	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примерные вопросы

Вопросы к экзамену

1.Классификация сигналов и способы их описания.

2. Информативные характеристики детерминированных сигналов (энергия, мощность, моменты, автокорреляционная функция, спектральный состав).

3. Гармонический анализ импульсной последовательности. Скважность, меандр, эффективная ширина спектра, база сигнала.

4. Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование).

5. Спектр. Спектральный анализ.

6. Кепстр. Кепстральное преобразование.

7. Двумерный комплексный кепстр.

8. Восстановление аналогового сигнала по множеству отсчетов. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг.

Краткие методические указания

Перечень предложенных вопросов позволит оценить уровень усвоения обучающимися знаний, умений и навыков и выявить степень сформированности компетенций.

Объем и качество освоения обучающимися дисциплины, уровень сформированности дисциплинарных компетенций оцениваются по результатам текущих и

промежуточной аттестаций количественной оценкой, выраженной в баллах, максимальная сумма баллов по дисциплине равна 100 баллам.

Шкала оценки

№	Баллы	Описание
5	18-20	Студент ответил на заданные вопросы. Студент демонстрирует знания на высоком уровне. Дем онстрирует способность
4	12-17	Студент демонстрирует знания на среднем уровне. Демонстрирует способность
3	9-11	Студент демонстрирует знания на базовом уровне.
2	4-8	Студент демонстрирует знания на уровне ниже базового.
1	0-3	Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, но присутствовал н а занятии и пытался ответить на вопросы.

Вопрос №1. Классификация сигналов и способы их описания

Сигналы делятся на непрерывные и дискретные.

Непрерывные сигналы имеют значения во всех точках временного интервала.

Дискретные сигналы определены лишь в отдельные моменты времени.

По форме различают периодические и непериодические сигналы.

Периодический сигнал повторяется через равные промежутки времени.

Непериодический сигнал не имеет четкого периода повторения.

Детерминированные сигналы точно известны заранее.

Случайные сигналы непредсказуемы и описываются статистически.

Энергию сигнала характеризует интеграл квадрата амплитуды.

Мощность определяется средней энергией за единицу времени.

Важнейшие информативные характеристики включают энергию, мощность, корреляционные свойства и спектр.

Корреляционная функция показывает степень связи между значениями сигнала в разные моменты времени.

Спектральная плотность мощности описывает распределение энергии сигнала по частотам.

Временные методы анализа основаны на изучении временных характеристик сигнала.

Частотные методы позволяют анализировать поведение сигнала в частотной области.

Времячастотный анализ объединяет оба подхода, показывая изменения спектра во времени.

Математическое описание сигналов включает аналитические выражения, графики и таблицы значений.

Аналитическая форма записи позволяет проводить строгий математический анализ.

Графики наглядно отображают форму сигнала и его основные характеристики.

Таблицы используются для представления численных значений сигнала в отдельных точках.

Вопрос №2. Информативные характеристики детерминированных сигналов

Энергоемкость сигнала — полная энергия, выделяемая за бесконечный интервал времени.

Средняя мощность — среднее значение энергии за один период или заданный временной промежуток.

Моменты первого порядка представляют собой средние значения сигнала.

Второй момент соответствует дисперсии или среднеквадратическому отклонению.

Автокорреляционная функция отражает связь сигнала самого с собой.

Спектральные компоненты показывают разложение сигнала на гармонические составляющие.

Фазовая характеристика определяет временные сдвиги гармоник относительно друг друга.

Амплитуда сигнала измеряет максимальное абсолютное значение колебаний.

Длительность сигнала связана с шириной импульса в пространстве времени.

Ширина полосы пропускания сигнализирует диапазон значимых частот.

Коэффициент формы оценивает соотношение площади под кривой и пиковых значений.

Эффективная длительность вычисляется исходя из рассеяния относительной ширины.

Для энергетического баланса важны нормы Lp, особенно норма L2 (энергетическая норма).

Норма L∞ характеризует наибольшее мгновенное значение сигнала.

Понятие энтропии связано с распределением вероятности случайных величин.

Вероятностные распределения оценивают вероятность появления конкретных значений сигнала.

Функция взаимной корреляции помогает оценить сходство двух разных сигналов.

Преобразование Фурье используется для нахождения спектра сигнала.

Изучение переходных процессов также важно для оценки динамических свойств системы.

Оценка погрешности восстановления сигнала важна при обработке цифровых сигналов.

Вопрос №3. Гармонический анализ импульсной последовательности

Импульсная последовательность представляет собой серию коротких всплесков сигнала.

Характеристики импульсной последовательности зависят от частоты следования импульсов и длительности каждого импульса.

Основные параметры: скважность, коэффициент заполнения и эффективные частота и полоса.

Скважностью называют отношение периода повторения к длительности импульса.

Меандр — типичный пример импульсной последовательности с коэффициентом заполнения 50%.

Простейшая импульсная последовательность состоит из прямоугольных импульсов одинаковой амплитуды.

Разложение импульсной последовательности в ряд Фурье позволяет определить её спектральный состав.

Чем короче импульсы, тем шире их спектр и больше высокочастотных составляющих.

Полоса эффективных частот ограничивается первой нулевой точкой основной гармоники.

Предел разрешающей способности по частоте обратно пропорционален длительности импульса.

Реальная длина полезного сигнала ограничивает разрешение на высоких частотах.

Формула ряда Фурье выражает сигнал суммой синусоидальных функций различных частот.

Сумма гармоник создает специфическую огибающую спектральной плотности.

Импульсы высокой интенсивности приводят к увеличению доли низших гармоник.

Вычисление эффективного числа независимых гармоник полезно для определения необходимой полосы фильтра.

Высокая эффективность кодирования достигается использованием минимального набора информационных символов.

Анализ фазовой структуры важен для синхронных приемников.

Методы обработки сигнала помогают выделить полезные данные среди шума.

Расчёт полос фильтрации облегчает выбор оптимальных фильтров для передачи сигналов.

Устойчивость системы к помехам зависит от соотношения мощности сигнала и уровня шумов.

Вопрос №4. Процесс дискретизации сигналов (аналого-цифровое преобразование)

Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой называется аналого-цифровым преобразованием (АЦП).

Основной этап АЦП — процесс дискретизации, представляющий собой взятие отсчётов сигнала через фиксированные промежутки времени.

Отсчёты сигнала квантуются, приводятся к ближайшему уровню квантования.

Квантованные уровни записываются в цифровом виде с определенной разрядностью.

Выбор шага дискретизации влияет на точность воспроизведения исходного сигнала.

Если шаг дискретизации недостаточен, возникает эффект наложения спектров («алиасинга»).

Минимально допустимая частота дискретизации определяется теоремой Котельникова-Найквиста-Шеннона.

Частота дискретизации должна быть вдвое выше максимальной частоты сигнала.

Алгоритм выбора оптимального шага дискретизации учитывает требуемую точность и полосу пропускания.

Основная задача квантования — минимизировать ошибку округления.

Ошибка квантования уменьшается увеличением количества уровней квантования.

Количество бит на уровень определяет число возможных состояний цифрового сигнала.

Повышение точности квантования увеличивает объем памяти и вычислительные затраты.

Шумы квантования создают нежелательные искажения в восстановленном сигнале.

Метод линейного предсказания улучшает качество восстановления путём уменьшения влияния ошибок квантования.

Цифровой фильтр восстанавливает аналоговый сигнал из дискретизированных данных.

Качество восстанавливаемого сигнала оценивается по ошибке аппроксимации.

В процессе цифро-аналогового преобразования обратный процесс воссоздает аналоговую версию сигнала.

Оптимизация процесса преобразования снижает влияние внешних факторов, влияющих на точность.

Современные алгоритмы адаптивного сжатия улучшают показатели эффективности.

Вопрос №5. Спектр. Спектральный анализ

Спектром сигнала называется совокупность его частотных компонент.

Спектральный анализ применяется для исследования содержания частот в сигналах.

Основная цель спектрального анализа — определение состава частот и их мощностей.

Прямоугольный спектр идеально подходит для изучения простых сигналов.

Типичная методика спектрального анализа основана на разложении сигнала в ряд Фурье.

Ряд Фурье даёт представление сигнала как суммы синусоидальных волн.

Нули спектра соответствуют частотам, отсутствующим в составе сигнала.

Спектры реальных сигналов содержат вклад множества частот одновременно.

Регулярная структура спектра характерна для периодических сигналов.

Направленность линий спектра определяет направление распространения волны.

Статистические аспекты спектрального анализа изучаются методами статистики.

Особый интерес представляет изучение широкополосных сигналов.

Метод анализа узких спектров основан на использовании быстрого преобразования Фурье (FFT).

Число измерений значительно сокращается при применении FFT.

Быстрое преобразование повышает скорость расчетов и уменьшает требования к ресурсам.

Совокупность методов построения спектра формирует мощный инструмент анализа сигналов.

Точное моделирование сигналов требует тщательного учёта эффектов фильтрации и усиления.

Программные средства упрощают выполнение спектрального анализа.

Моделирование поведения сложных систем часто базируется на спектральном анализе.

Современный инструментарий обеспечивает возможность точного расчёта спектра даже в условиях значительных помех.

Вопрос №6. Кепстр. Кепстральное преобразование

Кепстр — обратное преобразование спектра сигнала, позволяющее выявлять скрытые закономерности.

Получение кепстра основано на двойном преобразовании Фурье.

Применяется для выделения структурных особенностей сигналов.

Используется преимущественно в речи и акустике для анализа звуков и распознавания голоса.

Основополагающий принцип заключается в декомпозиции спектра на гармоники и обертоны.

Обнаруженные особенности проявляются как регулярные элементы в кепстре.

Определение числа формант голосового тракта удобно оценивать через кепстр.

Критерии идентификации объектов чаще всего основываются на характеристиках кепстра.

В некоторых случаях применение кепстра существенно превосходит другие методы анализа.

Особенность метода в акцентировании медленных изменений спектральных характеристик.

Результаты кепстрального анализа полезны для синтеза искусственных голосов.

Благодаря использованию кепстра удается эффективно сжимать аудиоданные.

Возможность анализа сложных звуковых паттернов делает метод универсальным инструментом.

Недостатком является зависимость результатов от качества входных данных.

Проблема чувствительности к шумирующим факторам решается специальными алгоритмами подавления шумов.

Применение кепстра широко распространено в системах автоматического распознавания речи.

Использование кепстральных признаков способствует повышению точности классификации.

Комплексный подход к обработке сигналов подразумевает использование нескольких методов параллельно.

Требуется особая осторожность при интерпретации полученных результатов.

Практическое внедрение методов кепстра расширило возможности анализа многокомпонентных сигналов.

Вопрос №7. Двумерный комплексный кепстр

Двумерные комплексные кепстры применяются для анализа пространственно-временных зависимых сигналов.

Их основная особенность — способность учитывать многомерные взаимодействия компонентов сигнала.

Используются в радиолокационных технологиях, медицинских исследованиях и акустическом мониторинге.

Многомерные подходы обеспечивают глубокий анализ сложных изображений и трехмерных моделей.

Сложность вычислений компенсируется высокими показателями надёжности.

Применяются специальные процедуры нормализации данных перед началом анализа.

Задача разделения источников сигналов успешно решается методом двумерного комплексного кепстра.

Обработка больших массивов данных возможна благодаря современным вычислительным технологиям.

Универсальность методики подтверждает широкое распространение в науке и технике.

Интерпретация двумерных кепстров сложнее одномерных аналогов.

Проблемы, возникающие при работе с двумерными кепстрами, связаны с трудностью визуализации.

Решение проблемы шума осуществляется посредством специальных процедур очистки данных.

Высокий потенциал развития видится в интеграции машинного обучения и глубокого анализа данных.

Эффективность кепстра возрастает при наличии достаточного объема исходных данных.

Многофакторный анализ открывает новые перспективы для научного прогресса.

Широкий круг применений обусловливает востребованность специалистов, владеющих данным методом.

Дальнейшее развитие методик позволит достичь новых высот в научной сфере.

Необходимость оптимизации вычислительных ресурсов диктует разработку быстрых алгоритмов.

Ограниченный объём доступной литературы затрудняет самостоятельное освоение материала.

Внедрение мультимедийных технологий облегчит восприятие сложного материала студентами.

Вопрос №8. Восстановление аналогового сигнала по множеству отсчётов. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг

Теорема Котельникова гласит, что любой непрерывный сигнал можно восстановить по своим отсчётам, если частота дискретизации превышает удвоенную максимальную частоту сигнала.

Эта теорема устанавливает фундаментальное ограничение на минимальную частоту дискретизации.

Максимальная частота сигнала обозначается частотой Найквиста.

Следствие теоремы Котельникова — необходимость фильтрации сигнала перед дискретизацией.

Без предварительной фильтрации возможны артефакты, известные как эффекты наложения спектров ("aliasing").

Нарушение условия теоремы ведёт к потере части информации и невозможности полного восстановления сигнала.

Идеальный способ предотвращения алисинга — использование идеального фильтра низких частот.

Практически идеальный фильтр реализовать невозможно, поэтому используют приближённые решения.

Низкоуровневые цифровые фильтры дополнительно очищают восстановленный сигнал.

Ключевая роль играет правильный выбор шага дискретизации и частоты среза фильтра.

Необходимо обеспечить достаточное количество отсчётов для точной реконструкции сигнала.

Дополнительные шаги по снижению эффекта наложения включают обработку зашумленного сигнала.

Надежность восстановленного сигнала повышается с ростом разрешения по числу отсчётов.

Перегрузка канала дискретизации вызывает значительные потери качества.

Несоблюдение условий теоремы нарушает стабильность и достоверность реконструированного сигнала.

Качественное восстановление сигнала возможно только при выполнении теоретических требований.

Опыт инженеров доказал важность соблюдения правил теории Котельникова.

Условием качественного сохранения информации служит точное соблюдение ограничений на шаг дискретизации.

Правильный подбор оборудования для регистрации гарантирует высокое качество результата.

Работа над повышением производительности систем дискретизации продолжается постоянно.