

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Сигналы и звуки»**

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2024

**Москва
2024**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	5
3. Тематический план	7
4. Содержание дисциплины (модуля)	7
5. Учебно-методическое обеспечение	8
6. Материально-техническое обеспечение	8
7. Методические и оценочные материалы	10

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Сигналы и звуки» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Сигналы и звуки» обеспечивает понимание основных принципов представления и обработки информации в различных технических и научных областях, а также формирует компетенции, необходимые для разработки современных систем обработки сигналов и звуков в прикладных задачах математики и компьютерных наук.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 или 4 курсе в 5, 6, 7 или 8 семестре на выбор.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у студентов фундаментальных знаний и навыков анализа, обработки и моделирования сигналов и звуковых данных с применением математических и компьютерных методов.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- формирование знаний о задачах применения ML в компаниях и проведении предварительного анализа;
- понимание принципов работы нейронных сетей и архитектур глубокого обучения.
- Знание основных алгоритмов обучения (обучение с учителем, без учителя и с частичным обучением);
- знание методов обработки сигналов и звука, включая временные и частотные представления;
- понимание различных типов сигналов (аудио, видео, временные ряды) и их особенностей;
- знание методов предобработки данных для обучения моделей глубокого обучения;
- понимание техник извлечения признаков из аудиосигналов (например, MFCC, спектрограммы);
- знание различных архитектур глубокого обучения, применяемых в обработке звука (CNN, RNN, LSTM, GAN);
- понимание принципов работы автоэнкодеров и трансформеров в контексте обработки звука;
- знание областей применения глубокого обучения в звуковой обработке (распознавание речи, классификация звуков, генерация музыки);
- умение разрабатывать и обучать модели глубокого обучения для обработки звуковых сигналов;
- способность настраивать гиперпараметры моделей для достижения оптимальных результатов;
- умение применять методы предобработки данных для улучшения качества входных сигналов;
- способность извлекать и нормализовать признаки из аудиосигналов;
- умение использовать популярные библиотеки и фреймворки для глубокого

обучения (например, TensorFlow, Keras, PyTorch);

- способность реализовывать модели и проводить эксперименты с различными архитектурами;

- умение оценивать производительность моделей с использованием различных метрик (точность, F1-мера, ROC-AUC);

- способность проводить кросс-валидацию и анализировать результаты;

- навык уверенного владения языком программирования Python и умение работать с библиотеками для обработки и синтеза звука;

- умение критически анализировать результаты и обосновывать выбор алгоритмов и методов, используемых в проекте;

- навык самообразования (следить за новыми исследованиями и тенденциями в области обработки и синтеза звука).

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ОПК-4.	Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	ОПК-4.1.	Знает базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.
		ОПК-4.2.	Умеет использовать этот математический аппарат в профессиональной деятельности.
		ОПК-4.3.	Имеет практический опыт применения современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных

			областях человеческой деятельности.
ОПК-6.	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-6.1.	Знает алгоритмы разработки, компьютерные программы, а также алгоритмы вычислительной математики в области искусственного интеллекта
		ОПК-6.2.	Умеет разрабатывать математические программные продукты и комплексы с использованием современных технологий программирования в области искусственного интеллекта
		ОПК-6.3.	Имеет практический опыт разработки интеллектуальных информационных систем для визуализации результатов исследований в области искусственного интеллекта
ПК-3.	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования для решения как теоретических, так и практических задач в рамках профессиональной деятельности	ПК-3.1.	Знает основные методы математического и алгоритмического моделирования, а также их применение для решения теоретических и прикладных задач
		ПК-3.2.	Умеет применять методы математического и алгоритмического моделирования для анализа и решения различных задач в области математики и компьютерных наук
		ПК-3.3.	Имеет опыт использования методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач в профессиональной деятельности

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Основы обработки сигналов	7	7			Домашние задания
2	Распознавание речи	8	8			Домашние задания
3	Синтез речи	8	8			Домашние задания
4	Продвинутые технологии, персонализация и интеграция	7	7			Домашние задания
	<i>Зачет с оценкой</i>			6		Проект
	Итого:	30	30	6	124	
	Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)	190				
	Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)	5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы обработки сигналов	Введение в обработку сигналов. Цифровая фильтрация, Методы выделения признаков
2	Распознавание речи	Основы распознавания речи. Нейросетевые методы в распознавании речи. Ключевые слова и детекция фраз, Обработка шумных данных
3	Синтез речи	Синтез речи. Вокодеры и улучшение качества речи. Тональность и стиль речи, Обработка и анализ эмоций в аудиосигналах
4	Продвинутые технологии, персонализация и интеграция	Клонирование и изменение голоса, Персонализация моделей распознавания речи. Задачи временной сегментации и маркировки сигналов, Обработка речевых сигналов в нестандартных условиях. Генерация музыки с помощью нейросетей. Обучение без учителя в аудио. Обработка сигналов в реальном времени. Интеграция и развертывание моделей. Будущее обработки звука и сигналов

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование. Практикум : учебник для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00739-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561215>.

Дополнительная литература:

1. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. — СПб.: Питер, 2018. — 640 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-4461-0512-0.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		

AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Сигналы и звуки»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета с оценкой*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Сигналы и звуки» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	50%	Набор задач по темам недели
Проекты	50%	Исследовательская работа по курсу и презентация результатов

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Сигналы и звуки»:
« $0,5 \times$ среднее за домашние задания + $0,5 \times$ среднее за проект».

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Сигналы и звуки» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, домашние задания, проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических

профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Участие в семинаре (практическом занятии) – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Проект – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание: Основы обработки сигналов

1. Дайте определение цифровой фильтрации и приведите пример ее применения.
2. Опишите основные этапы выделения признаков из аудиосигнала.
3. Какая разница между аналоговой и цифровой обработкой сигналов?
4. Приведите пример задачи, в которой цифровая фильтрация улучшает качество сигнала.
5. Объясните, что такое спектральный анализ и зачем он используется при обработке сигналов.

Домашнее задание: Распознавание речи

1. Назовите основные этапы классической системы распознавания речи.
2. Опишите, как нейросетевые методы улучшают качество распознавания речи.
3. Что такое детекция ключевых слов и для чего она применяется?
4. Какие методы используются для обработки шумных речевых данных?
5. Объясните роль акустической модели в системе распознавания речи.

Домашнее задание: Синтез речи и продвинутое технологии

1. Что такое вокодер и какую функцию он выполняет в синтезе речи?
2. Как тональность и стиль речи влияют на восприятие синтезированного аудиосигнала?
3. Опишите методы анализа эмоций в аудиосигналах.
4. Что такое клонирование голоса и какие технологии для этого используются?
5. Перечислите основные задачи временной сегментации и маркировки речевых сигналов и их значение для персонализации моделей.

Примерное описание к проекту

Проект по теме: «Распознавание речи с применением нейросетевых методов и обработкой шумных данных»

Цель проекта:

Разработать и исследовать систему распознавания речи, способную эффективно работать в условиях шумного окружения с использованием современных нейросетевых методов и алгоритмов детекции ключевых слов.

Задачи проекта:

1. Изучить теоретические основы распознавания речи и методы обработки шумных аудиоданных.
2. Ознакомиться с архитектурами нейросетей, применяемых для распознавания речи (например, RNN, CNN, трансформеры).
3. Собрать или использовать готовый датасет с речевыми сигналами в шумных условиях.
4. Реализовать базовую модель распознавания речи с применением выбранной нейросетевой архитектуры.
5. Внедрить алгоритмы детекции ключевых слов для повышения точности распознавания.
6. Провести эксперименты по оценке качества распознавания в различных шумовых условиях.
7. Проанализировать результаты, выявить сильные и слабые стороны модели, предложить возможные улучшения.

Этапы выполнения проекта:

1. **Подготовительный этап:** сбор литературы, изучение теории, выбор инструментов и технологий.
2. **Сбор и подготовка данных:** поиск или создание датасета, предварительная обработка аудиосигналов (фильтрация, нормализация).
3. **Разработка модели:** выбор архитектуры нейросети, программирование и обучение модели на подготовленных данных.
4. **Реализация детекции ключевых слов:** интеграция алгоритмов выделения ключевых слов в систему.

5. **Тестирование и оценка:** проведение экспериментов, сбор метрик (точность, полнота, F1-score) при различных уровнях шума.
6. **Анализ результатов и оформление отчёта:** интерпретация полученных данных, выводы, рекомендации по улучшению.

Критерии оценивания:

- Полнота и корректность теоретического обоснования (20%)
- Качество подготовки и обработки данных (15%)
- Правильность и эффективность реализации нейросетевой модели (25%)
- Реализация и интеграция алгоритмов детекции ключевых слов (15%)
- Качество проведения экспериментов и анализа результатов (15%)
- Оформление отчёта и презентации (10%)

Критерии защиты проекта:

- Чёткое изложение цели и задач проекта.
- Обоснование выбора методов и архитектур.
- Демонстрация работы модели на тестовых примерах.
- Ответы на вопросы по теории и практике реализации.
- Обсуждение результатов, выявленных проблем и путей их решения.
- Представление отчёта и презентации с использованием наглядных материалов (графики, таблицы, примеры аудиосигналов).

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой тип цифрового фильтра сохраняет фазу сигнала без искажений? А) Фильтр нижних частот Б) Фильтр Калмана В) Фильтр Баттерворта Г) Фильтр с линейной фазой	Г	ОПК-1
2.	Как называется нейросетевая архитектура, часто используемая для обработки последовательностей в распознавании речи?	Рекуррентная нейросеть /RNN	ОПК-1
3.	Как называется устройство или алгоритм, который используется для кодирования и синтеза речи, улучшая её качество?	Вокодер	ОПК-4
4.	Как называется процесс адаптации модели распознавания речи под голос конкретного пользователя?	Персонализация	ОПК-6
5.	Как называется метод, широко используемый для извлечения признаков из аудиосигналов в задачах распознавания речи?	MFCC/мел-частотные кепстральные коэффициенты	ПК-3
6.	Как называется тип обработки сигнала, при котором данные анализируются и обрабатываются сразу после их поступления, без задержек?	Потоковая обработка	ОПК-6

7.	Какой ключевой алгоритм часто используется для сегментации и маркировки речевого сигнала на фонемы или слова? а) К-ближайших соседей (KNN) б) Скрытая Марковская модель (HMM) в) Дерево решений г) Метод главных компонент (PCA)	б	ОПК-4
8.	Как называется тип фильтра, который использует только предыдущие входные и выходные samples (отсчеты) для вычисления текущего выходного значения?	Рекурсивный фильтр (или IIR-фильтр)	ОПК-1
9.	Какой фундаментальный метод выделения признаков в речи преобразует сигнал в набор коэффициентов, описывающих форму речевого тракта?	Кепстральный анализ (MFCC)	ОПК-6
10.	Какой метод обучения часто используется для настройки модели распознавания речи под голос конкретного пользователя?	Адаптация (Персонализация)	ОПК-4
11.	С каким типом данных преимущественно работают вокодеры в современных нейросетевых системах синтеза речи? а) Текст б) Изображение в) Спектрограммы г) Табличные данные	в	ПК-3