
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Речевые технологии»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладное машинное
обучение и интеллектуальные системы

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

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) «Речевые технологии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение и интеллектуальные системы, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Речевые технологии» позволяет освоить современные подходы к созданию интеллектуальных аудиосистем, востребованных в голосовых ассистентах, системах распознавания и синтеза речи, мультимодальных приложениях. Полученные знания и навыки обеспечивают основу для разработки конкурентоспособных решений в области обработки и генерации аудио и речи.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Прикладное машинное обучение и интеллектуальные системы и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 2 курсе в 4 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование системного понимания современных методов обработки и генерации речи, а также практических навыков разработки, обучения и оценки речевых моделей с использованием современных инструментов глубокого обучения.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- сформировать знания об основных задачах и приложениях речевых технологий, способах цифрового представления аудиосигнала и архитектурах классических и нейросетевых моделей обработки речи;
- научить применять методы предобработки аудиоданных, извлечения акустических признаков и использовать специализированные библиотеки Python для анализа речевых сигналов;
- развить умение реализовывать, обучать и адаптировать модели анализа и генерации речи, включая многозадачные и мультимодальные архитектуры;
- сформировать навыки оценки качества речевых систем на основе ключевых метрик и интерпретации результатов экспериментов;
- обеспечить освоение принципов проектирования комплексных пайплайнов обработки речи и анализа современных научных исследований в области речевых технологий.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные задачи и приложения в области речевых технологий;
- способы представления и анализа аудиосигнала в цифровом виде;
- архитектуру и принципы работы классических и современных нейросетевых моделей, решающих задачи, связанные с речью;
- основные метрики для оценки качества речевых систем;

- концепции обучения на неразмеченных или слабо размеченных данных;
- аудиокодеки и подходы языкового моделирования в задачах генерации аудио;
- передовые исследования мультимодальных и многозадачных больших аудиомоделей, методы их адаптации;
- научные статьи в области обработки речи, ключевые идеи и предлагаемые подходы.

уметь:

- применять стандартные библиотеки для загрузки, предобработки и анализа аудиосигналов, извлекать и визуализировать различные акустические признаки в среде Python;
- реализовывать и обучать базовые модели для задач анализа и генерации звука и речи с использованием фреймворка PyTorch;
- работать с многозадачными end-to-end моделями и строить каскады из множества компонент;
- анализировать и интерпретировать результаты работы речевых моделей, рассчитывать и сравнивать ключевые метрики качества.

владеть:

- навыками решения типовых задач в области речевых технологий, включая выбор архитектуры модели, функции потерь и метрик качества;
- навыками проектирования и реализации комплексных пайплайнов, состоящих из нескольких моделей;
- навыками практического использования современных фреймворков и библиотек для глубокого обучения (PyTorch, Hugging Face, SpeechBrain) применительно к аудиоданным.

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)
ПК-2.	Способен математически корректно ставить естественнонаучные и прикладные задачи	ПК-2.1.	Знает основные методы и подходы к математическому моделированию, а также теоретические основы естественных и прикладных наук, необходимые для корректной формулировки задач
		ПК-2.2.	Умеет анализировать практические ситуации и формулировать на их основе математические модели, включая выбор адекватных методов решения и формулировку условий задачи
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт в разработке и решении математических задач в рамках проектов или научных исследований, где были успешно поставлены и решены естественнонаучные и прикладные задачи
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-3.1.	Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач, формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало

			принятию обоснованных решений
ПК-5.	Способен передавать результат решенных прикладных задач в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах области машинного обучения и интеллектуальных систем	ПК-5.1.	Знает основные методы и подходы к формулированию рекомендаций на основе результатов решения прикладных задач, а также термины и концепции, специфичные для области машинного обучения и интеллектуальных систем
		ПК-5.2.	Умеет анализировать результаты решенных задач и формулировать четкие, конкретные рекомендации, адаптируя их к требованиям и ожиданиям целевой аудитории
		ПК-5.3.	Имеет практический опыт в разработке и представлении рекомендаций на основе анализа прикладных задач, включая участие в проектах, где результаты были успешно применены и оценены в контексте области машинного обучения и интеллектуальных систем

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Анализ сигнала	2	2		16	Домашнее задание
2	Распознавание речи	4	4		16	Домашнее задание
3	Биометрия	2	2		16	Домашнее задание
4	Синтез речи	6	6		16	Домашнее задание
5	Большие аудио модели	2	2		16	Домашнее задание
	Зачет с оценкой			2		
Итого:		16	16	2	80	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		114				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		3				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Анализ сигнала	Введение в речевые технологии и цифровая обработка сигналов
2	Распознавание речи	Распознавание речи: классические подходы Распознавание речи: предобучение
3	Биометрия	Голосовая биометрия и диаризация
4	Синтез речи	Синтез речи: классические подходы Синтез речи: вокодеры, конверсия и клонирование голоса Синтез речи: токенизация аудио, нейрокодеки, языковое моделирование
5	Большие аудио модели	Большие аудио модели и мультимодальность

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. Кондратович П. А. Основы обработки цифровых сигналов в радиофизических приложениях: Учебное пособие — Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. — 164 с. — <https://znanium.ru/catalog/document?id=470326>.
2. Шишкин А. Г. Методы цифровой обработки и распознавания речи: Монография — Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2024. — 347 с. — <https://znanium.ru/catalog/document?id=446900>.
3. Кревецкий А. В., Роженцова Н. И., Ипатов Ю. А. Основы технологий искусственного интеллекта: Учебное пособие — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. — 272 с. — <https://znanium.ru/catalog/document?id=439666>.
4. Истратова Е. Е., Антонянц Е. Н. Системы искусственного интеллекта и машинное обучение: Учебное пособие — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2025. — 64 с. — <https://znanium.ru/catalog/document?id=479161>.

Дополнительная литература:

1. Гафаров Ф. М., Гилемзянов А. Ф. Нейронные сети в PyTorch: Учебное пособие — Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024. — 106 с. — <https://znanium.ru/catalog/document?id=453352>.

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;

Электронный документ

- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- 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 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
CorollaSim	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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Речевые технологии» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, бонусные баллы, 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.

Электронный документ

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

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.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

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.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Речевые технологии»

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, если иное не указано в syllabus дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать,
9	Отлично	
8	Отлично	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		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.
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает 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.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	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	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Речевые технологии» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	80%	8	Набор задач по темам недели
Зачет с оценкой	20%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Речевые технологии»: $0,8 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{зачет}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1

Реализуйте и сравните систему распознавания речи на основе классического подхода (MFCC + CTC/RNN или HMM-GMM) и предобученной self-supervised модели (например, Wav2Vec2 или Whisper) на одном и том же подмножестве датасета, рассчитав WER и проанализировав различия в качестве и типах ошибок.

Домашнее задание 2

Постройте систему голосовой биометрии с извлечением эмбеддингов диктора (например, ECAPA-TDNN), реализуйте проверку говорящего по косинусному сходству с расчетом EER и дополнительно выполните диаризацию многоголосовой записи, проанализировав точность сегментации.

Домашнее задание 3

Реализуйте пайплайн нейросетевого синтеза речи (текст $\rightarrow$ акустическая модель $\rightarrow$ нейровокодер), дополнительно исследуйте использование нейрокодека для дискретного представления аудио и сравните качество генерации с классическим подходом по спектрограммам и субъективной оценке.

Домашнее задание 4

Загрузите речевой аудиофайл, выполните его цифровое представление и базовую обработку (ресемплинг, нормализация, оконное преобразование Фурье), постройте спектрограмму и mel-спектрограмму, извлеките MFCC и проанализируйте, как выбор параметров дискретизации и окна влияет на временно-частотное представление сигнала.

Домашнее задание 5

Выберите предобученную большую аудио или мультимодальную модель (например, Whisper, AudioLM или CLAP), выполните инференс на примерах аудио и текста, проанализируйте архитектуру и механизм обучения модели, а также продемонстрируйте адаптацию (fine-tuning или prompting) для конкретной прикладной задачи с оценкой качества результата.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как записывается условие теоремы Котельникова-Найквиста?	$f_s > 2 * f_{\max}$	ПК-3
2.	Какое преобразование используется для время-	Short-Time Fourier	ПК-2

	частотного анализа?	Transform (STFT)	
3.	Зачем применяется оконная функция в STFT?	Снижение спектральных утечек	ПК-3
4.	Какая архитектура доминирует в end-to-end ASR?	Transformer / Conformer	ПК-2
5.	Какая функция потерь используется для ASR без выравнивания?	CTC Loss	ПК-3
6.	Какая метрика оценивает качество распознавания речи?	Word Error Rate (WER)	ПК-3
7.	В чем суть задачи спикер диаризации?	Определение кто и когда говорил	ПК-2
8.	Какая метрика оценивает безопасность биометрической системы?	Equal Error Rate (EER)	ПК-3
9.	Какой риск несет клонирование голоса в биометрии?	Мошенничество с идентичностью	ПК-5
10.	Какая архитектура является стандартом для современного TTS?	Tacotron / FastSpeech	ПК-2
11.	Какова функция вокодера в конвейере синтеза речи?	Генерация волны из спектрограммы	ПК-2
12.	Какой признак чаще всего используется на входе синтезатора?	Mel-spectrogram	ПК-3
13.	В чем главная проблема zero-shot клонирования голоса?	Обобщение на новые голоса	ПК-5
14.	Какая особенность характерна для модели AudioLM?	Иерархические аудио токены	ПК-2
15.	Какой метод используется для выравнивания в мультимодальности?	Contrastive Loss	ПК-3
16.	Что является основным ограничением больших аудио моделей?	Вычислительная стоимость и память	ПК-5
17.	На чем основывается детекция аудио дипфейков?	Артефакты в спектрограмме	ПК-5
18.	Как снижается задержка в streaming ASR?	Chunk-based inference	ПК-2
19.	Какой этический риск несет синтез речи?	Распространение дезинформации	ПК-5
20.	Какой метод оптимизирует модель для деплоя на устройства?	Квантование весов	ПК-5