

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Брикс кафедры»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ, ОБРАБОТКА АУДИО СИГНАЛОВ / SPEECH
RECOGNITION, AUDIO SIGNAL PROCESSING»**

Направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Искусственный интеллект и компьютерные науки /Artificial Intelligence and Computer
Science

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Григорьев Станислав
Валентинович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреев Анна
Павловна
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Афанасьев
Александр Диомидович
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Распознавание речи, обработка аудио сигналов / Speech Recognition, Audio Signal Processing» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способность разрабатывать программные продукты, используя современные технологии в области искусственного интеллекта	ПКС-3.13
ПКС-6 Способен выполнять процедуры сборки программных модулей и компонент в программный продукт	ПКС-6.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.13	Способен проводить практические исследования глубокого обучения для решения задач распознавания речи и обработка аудио сигналов	Знать Знать основные принципы глубокого обучения для решения задач распознавания речи и обработка аудио сигналов Уметь Уметь конфигурировать алгоритмы, программное обеспечение и интеллектуальные системы распознавания сигналов Владеть Владеть навыками применения современных инструментов управления программным обеспечением интеллектуальной системы для решения задач распознавания речи и обработка аудио сигналов
ПКС-6.5	Понимает технологии создания современных программных продуктов	Знать Знать современные информационные технологии и инструментальные средства разработки программных продуктов Уметь Уметь выбирать и применять современные информационные технологии и инструментальные средства разработки программных продуктов в соответствии с решаемыми задачами Владеть Владеть навыками разработки компонентов программных продуктов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Распознавание речи, обработка аудио сигналов / Speech Recognition, Audio Signal Processing» базируется на результатах освоения следующих

дисциплин/практик: «Программирование / Programming», «Комплексные сети / Complex networks», «Теоретические основы искусственного интеллекта / Theoretical Foundations of Artificial Intelligence», «Глубокое обучение в технологиях обработки естественного языка (NLP) / Deep Learning in Natural Language Processing Technologies (NLP)», «Введение в большие языковые модели / Introduction to Large Language Models»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектная деятельность / Project Development Practicum», «Производственная практика: преддипломная практика / Manufacturing Practice: Undergraduate Practice»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	70	70
лекции	28	28
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	42	42
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	38	38
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия курса. Основы цифровой обработки речевых сигналов	1	4					3	2	Тест
2	Оцифровка аналогового сигнала. Теорема Котельникова- Шеннона	2	4			1	8	1, 2, 3, 4	10	Тест
3	Преобразование Фурье. Обобщенные функции. Дельта	3	6			2, 4, 5, 7	26	1, 2, 3, 4	10	Тест

	функция и работа с ней									
4	Вейвлет преобразование	4	4					3	2	Тест
5	Классификация задач речевых технологий	5	4					3	2	Тест
6	Распознавание и синтез речи	6	6			9	8	1, 2, 3, 4	12	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		28				42		74	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия курса. Основы цифровой обработки речевых сигналов	Понятия звука, речи. Виды и структура звуковых файлов. Области применения систем анализа речи. Основные подходы к решению задач. Крупнейшие разработчики программных систем анализа речи, доступные онлайн-системы анализа.
2	Оцифровка аналогового сигнала. Теорема Котельникова-Шеннона	Оцифровка аналогового сигнала. Шум оцифровки. Соотношение сигнал/шум и его измерение. Связь непрерывного преобразования Фурье с преобразованием последовательности. Децибелы как единица измерения. Логарифмическая шкала. Теорема Котельникова-Шеннона. Восстановление сигнала по дискретным значениям в заданных точках.
3	Преобразование Фурье. Обобщенные функции. Дельта функция и работа с ней	Преобразование Фурье. Прямое и обратное преобразование. Обобщенные функции. Преобразование Фурье от 1. Дельта функция и работа с ней. Вывод формулы обращения с помощью обобщенных функций. Вывод формулы для преобразования Фурье от единичной функции. Содержательное описание дельта-функции. Примеры применения
4	Вейвлет преобразование	Понятие материнской функции. Вейвлет преобразование. Непрерывное и дискретное вейвлет преобразования. Преобразование Хаара. Вейвлеты Добеши. Использование вейвлет для очистки речевого сигнала от шума. Разложение сигнала на низкочастотную составляющую и высокочастотную составляющую с помощью вейвлет преобразования
5	Классификация задач речевых технологий	Основные характеристики речевого сигнала. Базовые алгоритмы обработки речевых сигналов. Понятие речевого сигнала. Основные этапы анализа речевого сигнала: фонология, фонетика, лексика, синтаксис, семантика, прагматика. Способы организации хранения звуковой

		информации.
6	Распознавание и синтез речи	Подходы к распознаванию и синтезу речи. Имеющиеся ограничения использования подходов. Основные подходы к распознаванию речи: динамическое программирование, скрытые Марковские модели, нейросети. Основные подходы к синтезу речи: конкатенативный, параметрический. Преимущества и недостатки

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Сигналы: аналоговые, дискретные, цифровые. Z-преобразование	8
2	Преобразование Фурье: амплитудный и фазовый сигнала, ДПФ и БПФ	8
4	Случайные процессы. Белый шум. Функция плотности вероятностей	4
5	Детерминированные сигналы. Модуляция: АМ, ЧМ, ФМ, ЛЧМ. Манипуляция	6
7	Ресемплинг: децимация и интерполяция. СИС-фильтры, фильтры скользящего среднего	8
9	Распознавание речи	8

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
3	Подготовка к экзамену	12
4	Проработка разделов теоретического материала	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения интерактивная демонстрация способа решения типовой проблемы, метод проектов, лекция-дискуссия.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Григорьев С.В. Speech Recognition, Audio Signal Processing / Электронный курс/ URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1914>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль; перевод с английского А.А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6
2. Горбачёв, А.А. Анализ сигналов: учебно-методическое пособие / А.А. Горбачёв, Е.Г. Лебедько. — Санкт-Петербург: НИУИТМО, 2017. — 68 с.
3. Тампель, И.Б. Автоматическое распознавание речи: учебное пособие / И.Б. Тампель, А.А. Карпов. — Санкт-Петербург: НИУИТМО, 2017. — 152 с.
4. Ганегедара, Т. Обработка естественного языка с TensorFlow: руководство / Т. Ганегедара; перевод с английского В.С. Яценкова. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 382 с. — ISBN 978-5-97060-756-5.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Тест

Описание процедуры.

Последовательность тестовых случаев в порядке выполнения и любые связанные с ними действия, которые могут потребоваться для настройки начальных предварительных условий, а также любые завершающие действия после выполнения.

Критерии оценивания.

Критерии оценки теста включают в себя количество правильных ответов и соответствие заданным требованиям. Оценка "отлично" ставится за 90-100% правильных ответов, "хорошо" за 70-89%, "удовлетворительно" за 50-69%, и "неудовлетворительно" за менее 50%.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-3.13	Квалифицированно определена стратегия действий на основе критического анализа и системного подхода	Устный ответ по билетам зачет, экзамен
ПКС-6.5	Квалифицированно осуществлен критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	Устный ответ по билетам зачет, экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в устной и письменной форме по билетам, составленных из вопросов тем.

1. Методы кодирования звука
2. Кодирование оцифрованного звука перед его записью на носитель
3. Полный цикл преобразования звука
4. Программное обеспечение для работы со звуком
5. Модель формирования речевого сигнала
6. Назначение и структура анализирующего фильтра
7. Назначение и состав измерителя основного тона
8. Кодек параметров речевого сигнала
9. Возбуждение синтезирующего фильтра кодом
10. Параметры модели скрытого марковского процесса
11. Алгоритм распознавания голосовой команды
12. Причины возникновения ошибок распознавания
13. Индустриальный звук: обнаружение аномалий и детекция событий по звуку
14. Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта
15. Выделение полезного сигнала методами искусственного интеллекта. Улучшение речи и шумоподавление
16. Объективные и субъективные методы оценки качества восстановленного сигнала
17. Бинаризация: пороговая и метод Отсу
18. Сегментация выращиванием областей
19. Сегментация как задача оптимизации: вычисление функции ошибки
20. Сегментация как задача оптимизации: алгоритм распространения доверия и передача сообщений
21. Дискретное преобразование Фурье
22. Классификаторы. Бинарный классификатор для линейного разделения, бинарное дерево решений

Пример задания:

Билет 1.

1. Методы кодирования звука
2. Кодирование оцифрованного звука перед его записью на носитель
3. Полный цикл преобразования звука

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Студент умеет увязывать теорию с практикой	Студент умеет увязывать теорию с практикой	Студент знает и понимает материал по заданной теме, но	Студент допускает ошибки в определении понятий, искажающие

(решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя	(решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя	изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, Магистрант не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя	их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя
---	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Audiovisual Translation. Theoretical and Methodological Challenges / editors: Y. Gambier, S. R. Pinto, 2018. - 154.
2. Рабинер Л. Р. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд, 1978. - 848.
3. Блейхут Р. Э. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов : переводное издание / Р. Э. Блейхут; пер. с англ. И. И. Грушко, 1989. - 448.
4. Применение цифровой обработки сигналов / ред. Э. Оппенгейм ; пер. с англ., ред. А. М. Рязанцев, 1980. - 552.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Гадзиковский В. И. Теоретические основы цифровой обработки сигналов / В. И. Гадзиковский, 2004. - 343.
2. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 654400 "Телекоммуникации" / А. И. Солонина [и др.], 2005. - 753.
3. Магазинникова А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова, 2016. - 132.
4. Магазинникова А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие для вузов / А. Л. Магазинникова , 2024. - 132.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Windows Server User CAL A Each Academic
2. Windows Server 2019 (Standard Core/Datacenter Core) (updated September 2019) 64 Bit Russian
3. Intel Cluster Studio for Linux Single Academic for 3 years_поставка 2011
4. Astra Linux Special Edition ПУСБ.10015-01
5. ASTRA Linux Special Edition СМОЛЕНСК рабочая станция

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Системный блок (S1150Intel G3430 3300Mhz)(graphics 1150Mhz) BOX/MB S1150
2. Компьютер Intel i3/LCD22"/ AS H55M/2Gb/ HDD 500Gb/GF 1024Mb/DVD-RW/ИБП 800VA
3. Компьютер Intel Core i3 3220/DDR3 4Gb/Hdd 1Tb/GF 1Gb/DVD+RW/Sound Net km/LCD23"/
4. Проектор Epson EB-W04LCD.WXGA 1280*800.3000:1.2800 ANSI Lumens