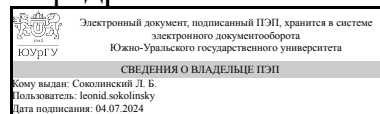


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.09.02 Обработка звуковых сигналов методами искусственного интеллекта

для направления 09.04.04 Программная инженерия

уровень Магистратура

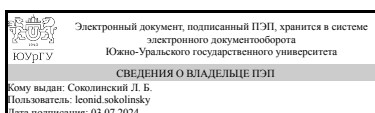
магистерская программа Искусственный интеллект и инженерия данных

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системное программирование

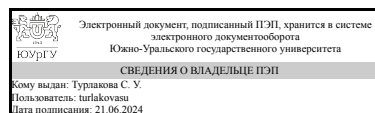
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать представление у магистранта о многообразии подходов к проблеме обработки звуковых сигналов, решения задач распознавания речи, разделения спикеров, выделения полезного сигнала из смеси и улучшению сигнала на основе подходов искусственных нейронных сетей, а также задач индустриального звука по определению аномалий и событий по звуковым сигналам. Сформировать навыки решения данных проблем на основе известных архитектур глубоких нейронных сетей.

Краткое содержание дисциплины

Актуальность использования методов ИИ при обработке звука. Модель звуковой волны. Обработка звука в живых системах. Изменение представления звуковой волны. Дискретное преобразование Фурье. Представление на основе наборов фильтров. Выделение полезного сигнала из смеси с использованием сверточных нейронных сетей. Выделение полезного сигнала из смеси с использованием рекуррентных нейронных сетей. Выделение полезного сигнала из смеси с использованием гибридных подходов. Индустриальный звук: детекция аномалий и событий по звуку.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	Знает: основы анализа звуковых сигналов, известные нейросетевые архитектуры для задач анализа звуковых сигналов Умеет: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для анализа и обработки звуковых сигналов Имеет практический опыт: принципами анализа звуковых сигналов и построения интеллектуальных систем для прикладных задач
ПК-5 Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Имеет практический опыт: использования инструментальными средствами обучения и развертывания нейросетевых моделей и разработки систем искусственного интеллекта в областях разговорного ИИ и индустриального звука
ПК-6 Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	Имеет практический опыт: использования сквозной цифровой субтехнологии «Распознавание и синтез речи»

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Анализ естественного языка методами	Не предусмотрены

искусственного интеллекта, Архитектура распределенных вычислительных систем, Разработка интеллектуальных систем на языке R, Современные методы DevOps, Глубокие нейронные сети, Компьютерное зрение, Объектно-ориентированные CASE-технологии	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Современные методы DevOps	Знает: принципы и инструменты MLOps - применения технологий DevOps при разработке систем искусственного интеллекта, методы командной разработки ПО с применением методологии DevOps, основные принципы методологии DevOps при управлении разработкой ПО, методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения Умеет: автоматизировать процессы интеграции и развертывания моделей машинного обучения с использованием инструментов MLOps, применять инструменты DevOps в работе команды разработки с целью реализации практик непрерывной интеграции и поставки ПО, управлять процессами интеграции, развертывания и поставки ПО в проектах с использованием технологий DevOps, выбирать и применять технологии DevOps на основе анализа требований, контролировать процессы интеграции и поставки для повышения качества ПО, сокращения времени выпуска стабильных релизов ПО Имеет практический опыт: применения технологий MLOps в проектах разработки систем искусственного интеллекта, применения технологий MLOps в проектах разработки программных систем, в том систем искусственного интеллекта, использования инструментов DevOps
Компьютерное зрение	Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» Умеет: разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий, применять современные

	инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей Имеет практический опыт:
Разработка интеллектуальных систем на языке R	Знает: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения Имеет практический опыт:
Архитектура распределенных вычислительных систем	Знает: Современные концепции проектирования распределенных вычислительных систем на основе клиентсерверного, однорангового и сервисориентированного подходов а также очередей сообщений Умеет: выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта, осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования, Разрабатывать приложения на основе клиентсерверного и сервис-ориентированного подходов, а также приложения с использованием очередей сообщений, осуществлять осознанный выбор технологии сериализации данных для обеспечения коммуникации между компонентами распределенного приложения Имеет практический опыт: Создания приложений на основе технологии gRPC и концепции REST
Глубокие нейронные сети	Знает: математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения, принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения (с подкреплением и без) Умеет: осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей, применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей Имеет практический опыт: формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода
Объектно-ориентированные CASE-технологии	Знает: основные особенности процесса проектирования программных систем, типы черт программных систем (поведенческие, структурные), классификацию моделей UML,

	основные виды диаграмм UML, понятия, использующиеся в метаязыке UML и в конкретных видах диаграмм, архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования Умеет: выделять функциональные требования к разрабатываемой системе, определять поведенческие и структурные черты проектируемого ПО, строить модели проектируемого продукта с помощью различного типа диаграмм UML Имеет практический опыт: навыками проектирования структуры и поведения программных систем, навыками анализа предметной области, спецификации поведенческих и структурных черт разрабатываемой информационной системы, оформления документации на этапе проектирования системы
Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий, принципы построения систем обработки естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка» Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32

Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	87,5	87,5
Подготовка к зачету	32	32
Изучение основной и дополнительной литературы	55,5	55,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы анализа звуковых сигналов	8	4	4	0
2	Распознавание и синтез речи	12	4	8	0
3	Выделение полезного сигнала методами искусственного интеллекта. Улучшение речи и шумоподавление	18	6	12	0
4	Индустриальный звук: обнаружение аномалий и детекция событий по звуку	10	2	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Актуальность использования ИИ. Области применения. Перспективы развития. Обработка звука в живых системах. Сравнение живых и искусственных систем ИИ обработки звука	2
2	1	Модель звуковой волны. Изменение представления звуковой волны. Классификация методов разделения сигналов нескольких источников. Дискретное преобразование Фурье. Другие представления сигналов. Объективные и субъективные методы оценки качества восстановленного сигнала	2
3-4	2	Распознавание и синтез речи. Классификация систем распознавания речи. Архитектуры систем распознавания и синтеза речи. Понятия разборчивости и качества речи	4
5	3	Проблема коктейльной вечеринки. Фильтрация шумов методами искусственного интеллекта. Улучшение речи методами искусственного интеллекта. Архитектуры ИИ. Критерии оценки качества работы систем ИИ	2
6-7	3	Разделение аудиосигналов с использованием сверточных нейронных сетей, рекуррентных нейронных сетей и гибридных подходов. Многообразие решений и оценка качества их работы	4
8	4	Индустриальный звук: обнаружение аномалий и детекция событий по звуку	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Практика по основам анализа аудио сигналов. Обработки датасета с аудио.	4
2	2	Обучение системы распознавания речи.	4
3	2	Оценка качества работы системы	4
4	3	Улучшение речи методами глубоких нейронных сетей. Исследование	6

		моделей шумоподавления. Критерии оценки качества работы таких систем	
5	3	Разделение сигналов с использованием различных архитектур нейронных сетей	6
6	4	Обучение нейросетевой модели для задач индустриального звука: обнаружение аномалий и детекции событий по звуку	4
7	4	Обучение нейросетевой модели для задач индустриального звука: обнаружение аномалий и детекции событий по звуку (2)	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная литература 1, 2. Дополнительная литература 1-4	3	32
Изучение основной и дополнительной литературы	Основная литература 1, 2. Дополнительная литература 1-4	3	55,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	ПЗ-1. Анализ аудио сигналов в датасете	1	3	3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	ПЗ-2. Обучение системы	3	3	3 балла: задание выполнено полностью,	дифференцированный зачет

			распознавания речи			2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	
3	3	Текущий контроль	ПЗ-3. Улучшение речи методами глубоких нейронных сетей	2	3	3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	ПЗ-4. Разделение сигналов с использованием различных архитектур нейронных сетей	2	3	3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	дифференцированный зачет
5	3	Текущий контроль	ПЗ-5. Обучение нейросетевой модели для задач индустриального звука: обнаружение аномалий и детекции событий по звуку	3	3	3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но	дифференцированный зачет

						допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	
6	3	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	15	Компьютерный тест состоит из 15 равнозначных вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 30 минут. Количество баллов за контрольное мероприятие равно количеству правильных ответов студента.	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля следующим образом: • Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. • Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. • Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. • Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти мероприятия	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 15 вопросов. На выполнение теста дается 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-2	Знает: основы анализа звуковых сигналов, известные нейросетевые архитектуры для задач анализа звуковых сигналов	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для анализа и обработки звуковых сигналов	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: принципами анализа звуковых сигналов и построения интеллектуальных систем для прикладных задач	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: использования инструментальными средствами обучения и развертывания нейросетевых моделей и разработки систем искусственного интеллекта в областях разговорного ИИ и индустриального звука	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: использования сквозной цифровой субтехнологии «Распознавание и синтез речи»	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Вопросы для подготовки к зачету

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Вопросы для подготовки к зачету

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107901 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горбачёв, А. А. Анализ сигналов : учебно-методическое пособие / А. А. Горбачёв, Е. Г. Лебедько. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110423 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Тампель, И. Б. Автоматическое распознавание речи : учебное пособие / И. Б. Тампель, А. А. Карпов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110433 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140584 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160142 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Коэлью, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэлью, В. Ричарт ; перевод с английского А. А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/82818 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	110 (3Г)	Компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	112 (3Г)	Компьютерный класс
Зачет	112 (3Г)	Компьютерный класс