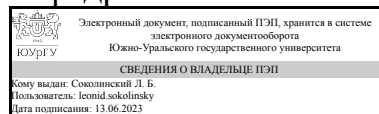


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.09.01** Обработка звуковых сигналов методами искусственного интеллекта

**для направления 09.04.04** Программная инженерия

**уровень** Магистратура

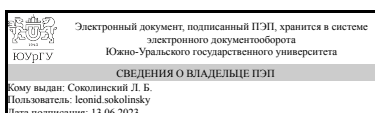
**магистерская программа** Искусственный интеллект и инженерия данных

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Системное программирование

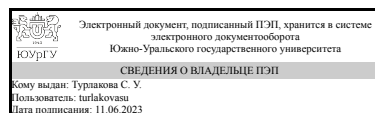
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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

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

Дисциплина	Требования
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
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: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий 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: Разрабатывать приложения на основе клиентсерверного и сервис-ориентированного подходов, а также приложения с использованием очередей сообщений, осуществлять осознанный выбор

	<p>технологии сериализации данных для обеспечения коммуникации между компонентами распределенного приложения , выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта, осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования Имеет практический опыт: Создания приложений на основе технологии gRPC и концепции REST</p>
<p>Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта</p>	<p>Знает: 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», функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт:</p>
<p>Объектно-ориентированные CASE-технологии</p>	<p>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</p>
<p>Разработка интеллектуальных систем на языке R</p>	<p>Знает: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и</p>

	инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения 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	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	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.	2

		Дискретное преобразование Фурье. Другие представления сигналов. Объективные и субъективные методы оценки качества восстановленного сигнала	
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 моделей шумоподавления. Критерии оценки качества работы таких систем	6
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-местр	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 распознавания речи	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 допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	дифференцированный зачет
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	2	3	3 балла: задание выполнено полностью,	дифференцированный зачет

			использованием различных архитектур нейронных сетей			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	
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 допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено	дифференцированный зачет
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). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения



	<p>мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде 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. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.</p>	
--	---	--

### 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/107901">https://e.lanbook.com/book/107901</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/110423">https://e.lanbook.com/book/110423</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/110433">https://e.lanbook.com/book/110433</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/140584">https://e.lanbook.com/book/140584</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/160142">https://e.lanbook.com/book/160142</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэльо, 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/82818">https://e.lanbook.com/book/82818</a> . — 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, диф.зачет	112 (3г)	Компьютерный класс