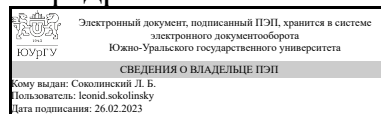


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



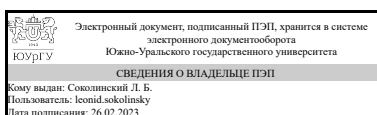
Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.02 Глубокое обучение  
для направления 09.03.04 Программная инженерия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Инженерия информационных и интеллектуальных систем  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системное программирование

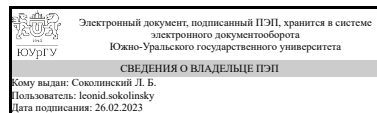
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

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



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., проф., заведующий  
кафедрой



Л. Б. Соколинский

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - дать студентам теоретические знания и практические навыки по использованию технологий нейронных сетей для решения практических задач, связанных с применением методов искусственного интеллекта. В ходе обучения студенты знакомятся с типовыми архитектурами искусственных нейронных сетей, методами их обучения и проверки. На практических занятиях студенты применяют полученные знания к созданию на языке Python искусственной нейронной сети, распознающей рукописные цифры.

## Краткое содержание дисциплины

Изложены наиболее важные понятия, определения и принципы построения нейронных сетей. В курс входят следующие разделы: - введение в искусственные нейронные сети, - градиентный спуск, - метод обратного распространения ошибки, - стоимостная функция на основе перекрестной энтропии, - переобучение нейронной сети и регуляризация, техники, улучшающие обучение нейронных сетей, - сверточные нейронные сети, - рекуррентные нейронные сети, - автокодировщики, - история развития нейронных сетей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 (ПК-7 модели) Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знает: базовые подходы к поиску и подготовке данных для моделей искусственных нейронных сетей Умеет: ПК-7.2. У-2. Умеет выделять входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей; Имеет практический опыт: подготовки и разметки данных для моделей искусственных нейронных сетей
ПК-9 (ПК-6 модели) Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Знает: ПК-6.1. 3-1. Знает базовые архитектуры и модели искусственных нейронных сетей; Умеет: осуществлять оценку и отбор моделей искусственных нейронных сетей для решения задач Имеет практический опыт: разработки систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей
ПК-11 (ПК-5 модели) Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знает: основы работы и построения моделей искусственных нейронных сетей Умеет: ПК-5.2. У-1. Умеет применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения; Имеет практический опыт: разработки и обучения моделей нейронных сетей

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Структуры и алгоритмы обработки данных, Основы машинного обучения	Теория, методы и средства параллельной обработки информации, Введение в компьютерное зрение, Современные языки программирования систем искусственного интеллекта, Введение в обработку естественного языка, Подготовка данных для машинного обучения, Основы разработки систем управления большими данными

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

Дисциплина	Требования
Основы машинного обучения	Знает: Знает классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, дескриптивные - обучение без учителя, методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной области, критерии выбора методов и инструментальных средств решения интеллектуальных задач, подходы к выбору методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта, процесс, стадии и методологии разработки решений на основе искусственного интеллекта, возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач анализа данных и машинного обучения Умеет: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения, осуществлять оценку критериев выбора методов и инструментальных средств решения задач с помощью систем искусственного интеллекта и выбор методов и инструментальных средств в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей Имеет практический опыт: применения методов машинного обучения для решения задач, использования инструментальных средств решения задач искусственного интеллекта
Структуры и алгоритмы обработки данных	Знает: виды представления данных, методы поиска и парсинга данных., базовые структуры данных и основные алгоритмы их обработки Умеет: выбирать оптимальные алгоритмы для решения задач предметной области и осуществлять их программную реализацию Имеет практический опыт: применения наиболее распространенных алгоритмов для решения задач с использованием сложных структур

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Изучение дополнительного материала по программированию на языке Python.	29	29	
Подготовка к экзамену	11,5	11,5	
Изучение дополнительного материала по основам линейной алгебры.	29	29	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Модель нейронной сети	8	4	4	0
3	Обучение нейронной сети	8	4	4	0
4	Метод обратного распространения ошибки	4	2	2	0
5	Стоимостная функция на основе перекрестной энтропии	2	2	0	0
6	Переобучение и регуляризация	8	4	4	0
7	Функция Softmax	2	2	0	0
8	Сверточные нейронные сети	12	4	8	0
9	Рекуррентные нейронные сети	14	4	10	0
10	Обучение с подкреплением	2	2	0	0
11	История развития нейронных сетей	2	2	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1	1	Биологический нейрон человеческого мозга. Понятие искусственного нейрона и искусственной нейронной сети. Сферы применения искусственных нейронных сетей	2
2	2	Модель нейрона Мак-Каллока–Питса. Персептрон. Глубокая нейронная сеть прямого распространения. Вычислительная мощность персептрона.	4
3	3	Возможность обучения нейронной сети. Трудности с обучением персептронных сетей. Сигмоидальный нейрон (сигмоид). Модель обучения нейронной сети. Обучающая и тестовые выборки. Функция потерь (стоимостная функция). Среднеквадратическая ошибка. Задача распознавания рукописных цифр. База данных MNIST. Обучение нейронной сети методом градиентного спуска. Переход к векторным операциям. Алгоритм стохастического градиентного спуска.	4
4	4	Метод обратного распространения ошибки. Функция потерь на основе перекрестной энтропии. Формулы обратного распространения ошибки для случая перекрестной энтропии.	2
5	5	Функция потерь на основе перекрестной энтропии. Формулы обратного распространения ошибки для случая перекрестной энтропии.	2
6	6	Переобучение. Валидационная выборка. Регуляризация L1 и L2. Прореживание (dropout). Искусственное увеличение обучающей выборки (аугментация данных). Техники, улучшающие обучение нейронных сетей. Инициализация весов и смещений на основе нормального распределения. Уменьшение скорости обучения. Градиентный спуск на основе импульса. Алгоритмы с адаптивной скоростью обучения: AdaGrad, RMSProp, Adam. ReLU и другие альтернативные функции активации.	4
7	7	Нейронная сеть с распределением вероятностей. Использование функции softmax в качестве функции активации выходного слоя.	2
8	8	Сверточные нейронные сети (СНС). Слои свертки и пулинга. Построение карт признаков. Ядро свертки. Max-пулинг и L2-пулинг. СНС для распознавания рукописных цифр. Преимущества СНС. Потенциальные проблемы, связанные с использованием СНС. Сферы применения СНС. Нейробиологические основания сверточных сетей.	4
9	9	Рекуррентные нейронные сети (РНС). Двухнаправленные РНС. Глубокие РНС. Вентильные РНС. Сети долгой краткосрочной памяти (LSTM). Вентильный рекуррентный модуль (GRU). Автокодировщики	4
10	10	Обучение с подкреплением. Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Стратегия, функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Q-function). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение. Глубокое обучение с подкреплением. Q-Networks, Actor-critic.	2
11	11	История нейронных сетей и глубокого обучения.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Написать компьютерную программу на языке Python 3 создающую и обучающую нейронную сеть для распознавания рукописных цифр с использованием метода градиентного спуска и базы данных MNIST.	4
2	3	Составить мини-отчет/ эссе на тему «Качество распознавания и скорость обучения нейронной сети». Для этого постарайтесь ответить на следующие вопросы: 1) Какие, на ваш взгляд, параметры применяемого метода обучения, влияют на качество обучения нейронной сети? Опишите предполагаемый характер влияния. 2) Влияет ли топология сети на качество	4

		ее обучения? Опишите предполагаемый характер влияния. Используя написанную ранее программу для распознавания рукописных цифр, создайте и обучите несколько нейронных сетей. Создаваемые сети должны иметь разную топологию. Для каждой сети попытайтесь подобрать оптимальные параметры для запуска процедуры обучения методом градиентного спуска.	
3	4	Написать компьютерную программу на языке Python 3 создающую и обучающую нейронную сеть для распознавания рукописных цифр с использованием метода градиентного спуска и стоимостной функции на основе перекрестной энтропии.	2
4	6	Применение специализированных библиотек. Keras.	4
5	8	Применение специализированных библиотек. TensorFlow и Keras	4
6	8	Решение прикладных задач компьютерного зрения	4
7	9	Решение прикладных задач с помощью рекуррентных нейронных сетей	4
8	9	Библиотеки для глубокого обучения: PyTorch	6

### 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
Изучение дополнительного материала по программированию на языке Python.	Бизли, Д. Python. Книга рецептов / Д. Бизли, Б. К. Джонс ; перевод с английского Б. В. Уварова. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 646 с. — ISBN 978-5-97060-751-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	5	29
Подготовка к экзамену	Основная литература. Дополнительная литература	5	11,5
Изучение дополнительного материала по основам линейной алгебры.	Практикум по линейной и тензорной алгебре : учебное пособие / О. Н. Казакова, Т. А. Фомина, С. В. Харитоновна, А. Р. Рустанов. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 117 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	5	29

## 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	5	Текущий контроль	Тест 1	1	3	Тест содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 30 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	экзамен
2	5	Текущий контроль	Тест 2	1	3	Тест содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 30 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	экзамен
3	5	Текущий контроль	Тест 3	1	3	Тест содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 30 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	экзамен
4	5	Текущий контроль	Тест 4	1	3	Тест содержит три задания. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Продолжительность тестирования 30 мин. 3 балла: даны верные ответы на все вопросы теста. 2 балла: даны верные ответы на 2 вопроса теста. 1 балл: дан верный ответ на 1 вопрос теста. 0 баллов: верные ответы отсутствуют	экзамен
5	5	Текущий контроль	Практическая работа 1	2	4	4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы. 3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию. 2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию. 1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию. 0 баллов: задание не выполнено	экзамен
6	5	Текущий контроль	Практическая работа 2	2	4	4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные	экзамен

						<p>ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	
7	5	Текущий контроль	Практическая работа 3	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	экзамен
8	5	Текущий контроль	Практическая работа 4	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	экзамен
9	5	Текущий контроль	Практическая работа 5	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к</p>	экзамен



						<p>следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	
10	5	Текущий контроль	Практическая работа 6	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	экзамен
11	5	Текущий контроль	Практическая работа 7	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	экзамен
12	5	Текущий контроль	Практическая работа 8	2	4	<p>4 балла: полностью выполнено практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>3 балла: наличие незначительных ошибок, либо наличие существенной ошибки, исправленной студентом к следующему занятию.</p> <p>2 балла: частично выполненное задание, либо наличие существенной ошибки, которую не смог исправить студент к следующему занятию.</p> <p>1 балл: частично выполненное задание, в котором присутствуют существенные ошибки, не исправленные студентом к следующему занятию.</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>	экзамен
13	5	Промежуточная	Итоговый тест	-	9	Тест содержит 9 равнозначных вопросов и рассчитан на 45 мин. Дается две попытки.	экзамен



	для разработки моделей машинного обучения;																			
ПК-11	Имеет практический опыт: разработки и обучения моделей нейронных сетей																			

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. Методические указания

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Паттерсон, Д. Глубокое обучение с точки зрения практика / Д. Паттерсон, А. Гибсон. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-481-6. <a href="https://e.lanbook.com/book/116122">https://e.lanbook.com/book/116122</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-97060-573-8. <a href="https://e.lanbook.com/book/111438">https://e.lanbook.com/book/111438</a>
3	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. <a href="https://e.lanbook.com/book/82818">https://e.lanbook.com/book/82818</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Джонс, М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 312 с. — ISBN 978-5-94074-746-8. <a href="https://e.lanbook.com/book/1244">https://e.lanbook.com/book/1244</a>
5	Дополнительная	Электронно-	Практикум по линейной и тензорной алгебре : учебное

	литература	библиотечная система издательства Лань	пособие / О. Н. Казакова, Т. А. Фомина, С. В. Харитонова, А. Р. Рустанов. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 117 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/110639">https://e.lanbook.com/book/110639</a>
6	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. <a href="https://e.lanbook.com/book/107901">https://e.lanbook.com/book/107901</a>
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Саттон, Р. С. Обучение с подкреплением: введение : руководство / Р. С. Саттон, Э. Д. Барто ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 552 с. — ISBN 978-5-97060-097-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179453">https://e.lanbook.com/book/179453</a> (дата обращения: 26.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -JUST AI Conversational Platform Ultimate (Developer)(бессрочно)
3. -Python(бессрочно)

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
Практические занятия и семинары	110 (3Г)	Компьютерный класс
Лекции	110 (3Г)	Проектор, компьютер
Экзамен	110 (3Г)	Компьютерный класс