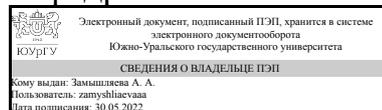


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



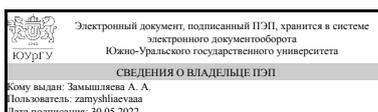
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.01 Современные нейросетевые технологии  
для направления 09.04.04 Программная инженерия  
уровень Магистратура  
магистерская программа Искусственный интеллект и машинное обучение в  
финтех индустрии  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование**

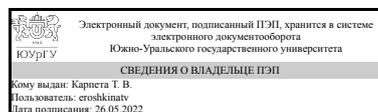
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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



А. А. Замышляева

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



Т. В. Карпета

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов теоретических и практических знаний о современных нейросетевых технологиях, основах проектирования архитектуры нейронных сетей, методах глубокого обучения. Задачи дисциплины: -формирование базового понятийного аппарата принципов функционирования искусственных нейронных сетей и методов их обучения; -знакомство с современными нейросетевыми технологиями; - изучение средств разработки и проектирования искусственных нейронных сетей; -формирование умений и навыков решения практических задач с применением глубокого обучения.

## Краткое содержание дисциплины

В процессе обучения изучаются: глубокие нейронные сети (многослойный персептрон, сверточные нейронный сети, рекуррентные и рекурсивные сети); оптимизация в обучении глубоких моделей; проблемы оптимизации нейронных сетей (основные алгоритмы: стохастический градиентный спуск; импульсивный метод; метод Нестерова; алгоритмы с адаптивной скоростью обучения: AdaGrad; RMSProp; Adam); обзор библиотек глубокого обучения; открытые библиотеки глубокого обучения: библиотека Caffe, библиотека Torch, библиотека TensorFlow (Python); автокодировщик и стек; разверточные нейронные сети; ограниченная машина Больцмана; глубокая машина Больцмана (Deep Boltzmann machine, DBM); глубокая доверительная сеть; перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта	Знает: 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; применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей Имеет практический опыт: применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Машинное обучение	Методы и технологии ИИ в задачах

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

Дисциплина	Требования
Машинное обучение	Знает: основные методы машинного обучения и их готовые реализации в библиотеке sklearn языка Python, классы методов и алгоритмов машинного обучения Умеет: реализовывать алгоритмы машинного обучения и производить их оптимальную настройку Имеет практический опыт: анализа, оптимизации и валидации моделей машинного обучения

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75	
Подготовка отчета к лабораторной работе №6	10	10	
Подготовка отчета к лабораторной работе №3	10	10	
Подготовка отчета к лабораторной работе №5	10	10	
Подготовка отчета к лабораторной работе №2	10	10	
Подготовка отчета к лабораторной работе №1	10	10	
Подготовка отчета к лабораторной работе №4	10	10	
Подготовка к дифференцированному зачету	9,75	9.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
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	Глубокие сети: современные подходы	14	6	0	8
2	Тонкости обучения глубоких моделей	10	6	0	4
3	Обучение без учителя	4	2	0	2

4	Перенос обучения глубоких нейронных сетей	4	2	0	2
---	---	---	---	---	---

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	(Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный перцептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP). Общая структура модели. Слои, функции активации и функции ошибки. Оптимизационная постановка задачи обучения многослойной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки (Back Propagation, BP). Стохастический градиентный спуск (Stochastic Gradient Descent, SGD). Настраиваемые параметры метода. Пример влияния параметров метода на скорость сходимости и результаты работы сети	2
2	1	Сверточные нейронные сети. Структура модели. Возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие). Функции активации (сигмоидальные, ReLU). Функции ошибки. Оптимизационная постановка задачи обучения сверточной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки для сверточных нейронных сетей. Пример простейшей сверточной нейронной сети; влияние параметров метода обучения. Определение числа обучаемых параметров. Оценка объема памяти, необходимой для хранения сети. Принципы построения и оптимизации сверточных сетей	2
6	1	Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие. Общая структура модели. Полностью рекуррентная нейронная сеть. Проблемы обучения рекуррентных сетей. Развертывание рекуррентной сети во времени и адаптация метода обратного распространения ошибки. Примеры простейших сетей: сеть Эльмана, сеть Хопфилда, сеть LSTM. Пример использования рекуррентных нейронных сетей к задаче распознавания цифр. Рекурсивные нейронные сети. Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети. Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети. Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью	2
3-4	2	Оптимизация в обучении глубоких моделей. Проблемы оптимизации нейронных сетей. Основные алгоритмы. Стратегии инициализации параметров. Алгоритмы с адаптивной скоростью обучения. Стратегии оптимизации и метаалгоритмы.	4
5	2	Обзор библиотек глубокого обучения. Открытые библиотеки глубокого обучения: Библиотека Caffe . Пример разработки сети, обучения и тестирования сети. Библиотека Torch . Библиотека TensorFlow (Python).	2
7	3	Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети. Разверточные нейронные сети. Ограниченная машина Больцмана. Глубокая машина Больцмана (Deep Boltzmann machine, DBM). Пример применения для начальной настройки параметров модели. Глубокая доверительная сеть .	2
8	4	Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей. Виды экспериментов: Полное обучение параметров всех слоев сети с произвольной начальной инициализацией; Обучение всех слоев параметров всех слоев сети с начальной инициализацией, полученной в результате обучения модели для решения исходной задачи; Обучение только последних слоев (измененных) сети с начальной инициализацией, полученной в результате обучения модели для решения исходной задачи.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Реализация метода обратного распространения ошибки для двухслойной полностью связанной нейронной сети	2
4	1	Разработка сверточной нейронной сети	2
5-6	1	Разработка рекуррентных нейронных сетей	4
2-3	2	Разработка полностью связанной нейронной сети с использованием одной из библиотек глубокого обучения для решения некоторой заданной задачи. Проведение экспериментов с разным количеством скрытых слоев и числом скрытых элементов на каждом слое.	4
7	3	Начальная настройка весов полностью связанных и сверточных нейронных сетей	2
8	4	Применение переноса обучения для решения задачи, поставленной во второй лабораторной работе	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка отчета к лабораторной работе №6	УМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 3, доп. лит."; "ПУМД, 1, осн. лит. "; "ЭУМД, 2, осн. лит. "; "ЭУМД, 4, доп. лит."	2	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №3	ЭУМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 4, доп. лит."; "ЭУМД, 2, осн. лит., гл.3 "	2	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №5	ЭУМД, 2, осн. лит."; "ЭУМД, 4, доп. лит.,"	2	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №2	ЭУМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 4, доп. лит."; "ПУМД, 1, осн. лит., гл.2 "	2	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №1	ЭУМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 3, доп. лит."; "ПУМД, 1, осн. лит., гл.2 "	2	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №4	ЭУМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 3, доп. лит."; "ПУМД, 1, осн. лит. "; "ЭУМД, 2, осн. лит. "; "ЭУМД, 4, доп. лит.,"	2	10
Подготовка к дифференцированному зачету	УМД, 1, осн. лит."; "ЭУМД, 3, доп. лит."; "ПУМД, 1, осн. лит. "; "ЭУМД, 2, осн. лит. "; "ЭУМД, 4, доп. лит."	2	9,75

## 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	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
2	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
3	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №3	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
4	2	Текущий	Лабораторная	1	3	3 балла: Студент отвечает на	дифференцированный

		контроль	работа №4			все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	зачет
5	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №5	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
6	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №6	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
7	2	Промежуточная аттестация	Зачет	-	4	4 балла получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания,	дифференцированный зачет

					<p>предусмотренные в билете для зачета и свободно отвечающий на дополнительные вопросы; 3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в билете для зачета задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями; 2 балла получает студент, допустивший погрешности в ответе на зачете, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных билетом заданий; 0 баллов ставится студенту, который не смог выполнить ни одно задание в билете.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Рейтинг обучающегося по дисциплине формируется по результатам текущего контроля. Контрольное мероприятие дифференцированный зачет проводится в очной форме и не является обязательным, однако студент может прийти на зачет и повысить свой рейтинг. Студенту на зачете выдаётся билет. Даётся 90 минут для подготовки к ответу. Проводится собеседование по выданным вопросам.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-2	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных	+	+	+	+	+	+	+

	сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения; применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей								
ПК-2	Имеет практический опыт: применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки и обучения моделей искусственных 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:

1. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - 2-е изд., стер. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 383 с. ил.

#### 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. Кувшинов, Б.М. //Нейронные сети: учебное пособие / Б.М. Кувшинов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 66 с.

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

1. Кувшинов, Б.М. //Нейронные сети: учебное пособие / Б.М. Кувшинов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 66 с.

### 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> (дата обращения: 20.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная 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> (дата обращения: 20.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Цуриков, А. Н. Моделирование и обучение искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. Н. Цуриков. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-88814-867-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140610">https://e.lanbook.com/book/140610</a> (дата обращения: 20.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Басараб, М. А. Интеллектуальные технологии на основе искусственных нейронных сетей : учебное пособие / М. А. Басараб, Н. С. Коннова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 56 с. — ISBN 978-5-7038-4716-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103496">https://e.lanbook.com/book/103496</a> (дата обращения: 20.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	336 (3б)	Компьютер, проектор
Лабораторные занятия	332 (3б)	Компьютеры, интернет, ПО