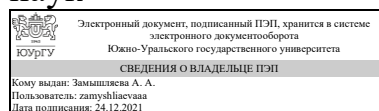


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



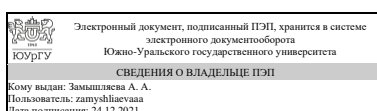
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.03 Современные нейросетевые технологии для направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика
уровень Магистратура
магистерская программа Технологии и методы искусственного интеллекта в фундаментальных и прикладных исследованиях
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

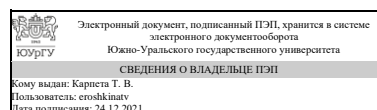
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 13

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



А. А. Замышляева

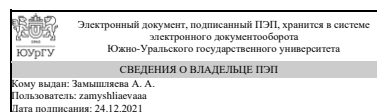
Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент (кн)



Т. В. Карпета

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

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)	Индикаторы достижения 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	ПК-2.1. Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей	Умеет: проектировать и реализовывать искусственные нейронные сети Имеет практический опыт: применения современных инструментальных средств для проектирования и реализации искусственных нейронных сетей
ПК-14 Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-14.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	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
Программные средства для задач искусственного интеллекта	Технологии искусственного интеллекта в задачах автоматизации производственных процессов

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

Дисциплина	Требования
Программные средства для задач искусственного интеллекта	Знает: инструменты инсталляции программного и аппаратного обеспечения для задач искусственного интеллекта Умеет: Имеет практический опыт: использования программных средств для реализации алгоритмов машинного обучения и алгоритмов построения искусственных нейронных сетей

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
Самостоятельная работа (СРС)	69,75	69,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
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 к дифференцированному зачету	9,75	9.75
Подготовка отчета к лабораторной работе №4	10	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №1	10	10
Подготовка отчета к лабораторной работе №2	10	10
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.	2

		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	
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 JAX .Пример разработки сети, обучения и тестирования сети. Библиотека Pytorch . Библиотека TensorFlow (Python).	2
7	3	Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети. Трансформеры. 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	Семестр	Кол-

	разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс		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 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
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 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 №2	ЭУМД, 1, осн. лит.,";"ЭУМД, 4, доп. лит.,";"ПУМД, 1, осн. лит., гл.2 "	2	10

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	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно. 5 баллов: 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	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно. 5 баллов: 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	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно.	дифференцированный зачет

						5 баллов: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
4	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №4	1	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно. 5 баллов: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
5	2	Текущий контроль	Лабораторная работа №5	1	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно. 5 баллов: 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	10	10 баллов: Программа работает правильно и корректно. 5 баллов: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
7	2	Промежуточная аттестация	Зачет	1	40	40 баллов получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные в билете для зачета и свободно отвечающий на дополнительные вопросы; 30 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в билете для зачета задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями; 20 баллов получает студент,	дифференцированный зачет

					допустивший погрешности в ответе на зачете, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 10 баллов 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.
--	--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Рейтинг обучающегося по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и контрольного мероприятия промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие экзамена проводится в очной форме. Студенту выдаётся билет. Дается 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	Умеет: проектировать и реализовывать искусственные нейронные сети	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: применения современных инструментальных средств для проектирования и реализации искусственных нейронных сетей		+		+	+	+	+
ПК-14	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей	+	+	+	+			+
ПК-14	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-14	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: https://e.lanbook.com/book/107901 (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: https://e.lanbook.com/book/160142 (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: https://e.lanbook.com/book/140610 (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: https://e.lanbook.com/book/103496 (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
Лабораторные занятия	332 (36)	Компьютеры, интернет, ПО
Лекции	336 (36)	Компьютер, проектор