

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

31 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА PYTHON»

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Математическое и программное обеспечение информационных систем

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3

Экзамен 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 216.0 (академ. час), 6.00 (з.е)

Составитель Н.Н. Максимова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.18 № 13

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.02.2024 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

31 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

изучение базовых моделей нейронных сетей, методов и алгоритмов их использования для решения простейших задач с привлечением готовых библиотек на Python.

Задачи дисциплины:

освоение студентами теории и практики использования нейронных сетей для решения практических задач анализа изображений, анализа табличных данных, анализа текста.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Программирование нейронных сетей на Python» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе обучения в вузе (в рамках высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата или специалитета). Курс тесно связан с основными математическими дисциплинами и дисциплинами цикла «Информатика и программирование». Для освоения курса необходимы знания и умения, полученные при изучении дисциплины "Методы машинного обучения".

Освоение дисциплины «Программирование нейронных сетей на Python» является важной составляющей для прохождения преддипломной практики, выполнения научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) при использовании конструкций языка Python для решения профессиональных задач.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общефессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИД-1ОПК-1. Обладает специальными знаниями и практическим опытом решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики. ИД-2ОПК-1. Умеет использовать методы решения прикладных задач (в т.ч. с использованием программных средств) в профессиональной деятельности.
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИД-1ОПК-2. Владеет математическим аппаратом и опытом решения современных прикладных задач. ИД-2ОПК-2. Способен модифицировать известные и разрабатывать новые методы решения прикладных задач в зависимости от специфики объекта исследования и условий реализации конкретной задачи

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 6.00 зачетных единицы, 216.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
1	Введение в нейронные сети	3	1					1						4	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы
2	Нейронные сети для распознавания образов: последовательная нейронная сеть	3	1					3						25	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы
3	Нейронные сети для решения задачи регрессии	3	1					3						25	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы
4	Сверточные нейронные сети для анализа изображений	3	1					5						25	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы
5	Предварительные о обученные нейронные сети	3	1					3						25	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы
6	Нейронные	3	1					3						25	Тестирование

	сети для задачи анализа естественного языка												по теме Выполнение лабораторной работы
7	Экзамен	3							0.3	35.7	27	Подготовка к экзамену (выполнение учебного проекта)	
	Итого		6.0	0.0	18.0	0.0	0.0	0.3	35.7	156.0			

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в нейронные сети	Введение в искусственный интеллект и машинное обучение. Нейронные сети и задачи, которые они решают. Строение биологического и модель искусственного нейронов. Типы обучения. Архитектуры нейронных сетей. Библиотеки Python для Machine Learning и Artificial Intelligence
2	Нейронные сети для распознавания образов: последовательная нейронная сеть	Обзор набора данных "Предметы одежды" и выбор архитектуры нейронной сети. Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.
3	Нейронные сети для решения задачи регрессии	Задача регрессии. Шкалирование и нормализация входных данных. Выбор метрик качества, функций ошибок и активации в зависимости от решаемой задачи.
4	Сверточные нейронные сети для анализа изображений	Операция свертки изображения. Принципы построения сверточных нейронных сетей. Архитектура сверточной нейронной сети Lenet-5. Инструменты Keras и TensorFlow. Распознавание рукописных цифр. Распознавание цветных изображений.
5	Предварительно обученные нейронные сети	Предварительно обученные НС в модуле applications (VGG, ResNet, Inception, Xception, DenseNet, CRNN for music tagging). Набор данных ImageNet. Нейронная сеть VGG19 в Keras. Доработка сети VGG16.
6	Нейронные сети для задачи анализа естественного языка	Последовательные нейронные сети и одномерные сверточные нейронные сети. Представление текста в цифровом виде для НС. Плотные векторные представления слов. Определение тональности текста и детектор спама. Рекуррентные нейронные сети.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторная работа 1	Построение последовательной нейронной сети: инструменты Keras и TensorFlow

Лабораторная работа 1	Набора данных Fashion MNIST. Выбор архитектуры нейронной сети. Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.
Лабораторная работа 2	Задача регрессии. Шкалирование и нормализация входных данных. Выбор метрик качества, функций ошибок и активации в зависимости от решаемой задачи. Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.
Лабораторная работа 3	Набора данных MNIST. Выбор архитектуры нейронной сети. Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети. Набора данных cifar10. Выбор архитектуры нейронной сети. Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.
Лабораторная работа 4	Нейронная сеть VGG19 в Keras. Доработка сети VGG16
Лабораторная работа 4	Определение тональности текста отзывов. Детектор спама (последовательная НС, сверточная НС, рекуррентная НС). Построение нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в нейронные сети	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	4
2	Нейронные сети для распознавания образов: последовательная нейронная сеть	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	25
3	Нейронные сети для решения задачи регрессии	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	25
4	Сверточные нейронные сети для анализа изображений	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	25
5	Предварительно обученные нейронные сети	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	25
6	Нейронные сети для задачи анализа естественного языка	Тестирование по теме Выполнение лабораторной работы	25
7	Экзамен	Подготовка к экзамену (выполнение учебного проекта)	27

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Программирование нейронных сетей на Python» используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников). Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Лабораторные занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Программирование нейронных сетей на Python».

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных и лабораторных занятий посредством устного опроса и тестирования по контрольным вопросам соответствующего раздела, а также проверки по лабораторным работам. Промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего контроля в виде экзамена.

Экзамен сдается в конце учебного семестра. Форма сдачи экзамена – в виде учебного проекта. Необходимым условием допуска на экзамен является сдача лабораторных работ.

Подготовка учебного проекта состоит из следующих шагов:

- подбор данных; источники данных: например, платформа Kaggle (<https://www.kaggle.com/datasets>);

- построение и обучение нейронной сети по этим данным;

- анализ качества обучения нейронной сети;

Формат отчета: ноутбук Colab с описанием набора данных, описанием архитектуры сети, результатами обучения.

После выполнения проекта устная защита с представлением результатов и опрос по теме.

Примерные вопросы:

1. Нейронные сети и задачи, которые они решают.
2. Описание набора данных.
3. Предварительная обработка данных.
4. Разделение набора на обучающий и тестовый.
5. Архитектура нейронной сети.
6. Гиперпараметры нейронной сети.
7. Процесс обучения нейронной сети.
8. Анализ качества обучения нейронной сети.
9. Библиотеки для обучения нейронной сети.

При защите отчета и опросе учитывается владение материалом, общее понимание предмета.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Буйначев, С. К. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / С. К. Буйначев, Н. Ю. Боклаг ; под редакцией Ю. В. Песин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 92 с. — ISBN 978-5-7996-1198-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66183.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Вакуленко, С. А. Нейронные сети : учебное пособие / С. А. Вакуленко, А. А. Жихарева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 110 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102447.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102447>
3. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17032-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544161> (дата обращения: 29.05.2024).
4. Горожанина, Е. И. Нейронные сети : учебное пособие / Е. И. Горожанина. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 84 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75391.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Демидова, Л. А. Интеллектуальный анализ данных на языке Python : учебно-методическое пособие / Л. А. Демидова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218693> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Основы искусственного интеллекта: практические работы по созданию и обучению искусственных нейронных сетей на языке Python : учебно-методическое пособие / Н. В. Маркина, Э. И. Беленкова, Г. А. Диденко [и др.]. — Челябинск : ЮУГМУ, 2023. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/379403> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Павлова, А. И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. И. Павлова. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 191 с. — ISBN 978-5-7014-0801-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87110.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/87110>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	Notepad++	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL

		https:// notepad- plus- plus.org/ news/ notepad-6.1.1- gpl-enhancement.html .
4	Python 3	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.htm .
5	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»
6	http://e.lanbook.com	Электронно- библиотечная система Издательство «Лань» – тематические пакеты: математика, физика, инженерно- технические науки. Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
7	http://www.iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования.
8	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт – образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов – преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.
9	https://colab.research.google.com	Colaboratory — это облачная платформа от Google для продвижения технологий машинного обучения. На ней можно получить бесплатно виртуальную машину с установленными популярными библиотеками TensorFlow, Keras, sklearn, pandas и т.п.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://www.runnet.ru	RUNNet (RussianUNiversityNetwork) – научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет.
2	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
4	http:// www.ict.edu.ru/about	Информационно- коммуникационные технологии в образовании – федеральный образовательный портал,

		обеспечивающий информационную поддержку образования в области современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также деятельности по применению ИКТ в сфере образования.
5	https://reestr.minsvyaz.ru	Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
6	http://www.informika.ru	Сайт «Информика». Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России
7	http://www.mathnet.ru/	Math- Net.Ru. Общероссийский математический портал. Современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России.
8	https://www.kaggle.com/datasets	Kaggle — система организации конкурсов по исследованию данных, а также социальная сеть специалистов по обработке данных и машинному обучению.

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор. Лекции проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа-проектор. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, рассчитанном на 10 посадочных рабочих мест пользователей, в котором установлен и применяется язык программирования Python. Данное оборудование и программное обеспечение применяется при изучении дисциплины.