

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА PYTHON

направление подготовки / специальность
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль) подготовки
Инженерия искусственного интеллекта

г. Владимир

2022 Год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Глубокие нейронные сети на Python» является рассмотрение вопросов применения нейросетей для решения прикладных задач компьютерного зрения и анализа текстов.

Задачи:

1. Изучить, как устроена модель искусственного нейрона и нейронной сети.
2. Изучить, как обучать нейронную сеть решать задачи анализа данных.
3. Изучить популярные в настоящее время архитектуры нейронных сетей: сверточные, сети долготермической памяти (LSTM) и управляемые рекуррентные блоки (GRU)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Глубокие нейронные сети на Python» относится к обязательной части.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-8.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта ОПК-8.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Знает инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач Умеет применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач Знает принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач Владеет навыками разработки оригинальных программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-2. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению	ПК-2.2. Проводит экспериментальную проверку работоспособности систем искусственного интеллекта	Знает методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта Умеет ставить задачи и проводить тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем искусственного интеллекта анализировать результаты и вносить изменения Владеет навыками обеспечения критериев качества	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

требуемых критериев эффективности и качества функционирования		функционирования систем искусственного интеллекта	
ПК-5. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-5.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи ПК-5.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств	Знает функциональность современных инструментальных средств и области создания моделей искусственных нейронных сетей Умеет проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Умеет применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей Знает принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта Владеет навыками руководства выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Основы программирования нейронных сетей			2	2		2	14	
2	Обучение искусственной нейронной сети			4	4		2	16	Рейтинг контроль №1
3	Нейронные сети для анализа табличных данных			4	4		2	14	
4	Нейронные сети для задачи анализа изображений			4	4		2	14	Рейтинг контроль №2
5	Нейронные сети для задачи анализа естественного языка			4	4		2	14	Рейтинг контроль №3
Всего за 2семестр:				18	18			72	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									нет
Итого по дисциплине				18	18			72	зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы программирования нейронных сетей

Введение в тематику искусственных нейронных сетей. Модель искусственного нейрона. Общее представление об искусственной нейронной сети. Библиотеки для обучения нейронных сетей. Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети. Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение. Анализ качества обучения нейронной сети.

Раздел 2. Обучение искусственной нейронной сети

Обучение искусственного нейрона. Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.

Раздел 3. Нейронные сети для анализа табличных данных

Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии

Раздел 4. Нейронные сети для задачи анализа изображений

Сверточные нейронные сети. Распознавание объектов на изображении. Предварительно обученные нейронные сети. Перенос обучения в нейронных сетях.

Раздел 5. Нейронные сети для задачи анализа естественного языка
 Нейронные сети для задач обработки естественного языка. Одномерные сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети для задач обработки естественного языка.

Содержание практических занятий по дисциплине

Практическая работа 1 Распознавание предметов одежды с помощью полносвязной глубокой нейронной сети.

Практическая работа 2 Оценка качества обучения глубокой нейронной сети.

Практическая работа 3 Алгоритмы обучения нейронных сетей.

Практическая работа 4 Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии на табличных данных.

Практическая работа 5 Классификация объектов на изображениях с помощью сверточной нейронной сети.

Практическая работа 6 Использование предварительно-обученных нейронных сетей для анализа изображений. Перенос обучения.

Практическая работа 7 Кодирование текста для обработки нейронной сетью.

Практическая работа 8 Определение тональности текста с помощью рекуррентных нейронных сетей LSTM и GRU.

Практическая работа 9 Определение тональности текста с помощью одномерных сверточных нейронных сетей LSTM и GRU.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль №1

Задание №1. Выберите необходимые свойства функций ошибок, для которых можно применить градиентный спуск:

Варианты ответа:

1. Непрерывность
2. Монотонность
3. Дифференцируемость
4. Выпуклость
5. Однозначность

Задание №2 Рассчитать значение ошибки на шаге обучение

Чему равна ошибка на шаге обучения искусственного нейрона, который имеет три входа, функция активации гиперболический тангенс, функция потерь средняя квадратичная ошибка (MSE). Набор данных для обучения:

Данные на входе в нейрон	Значение на выходе
1,2,3	0.1
2,3,4	0.2
3,4,5	0.2
4,5,6	0.3
5,6,7	0.3

Значение весов входов в нейрон: 0.01, 0.02, 0.03.

Варианты ответа:

1. 0.0015

2. 0.0017
3. 0.0085
4. -0.0085
5. -0.0015

Рейтинг-контроль №2

Задание № 1. Сопоставить функцию ошибки и ее производную.

Функция ошибки:

1. MSE $f(x) = \alpha x^2$
2. MAE $f(x) = \alpha \vee x \vee$
3. Логистическая $f(x) = \log(1 + e^{-x})$

Производная:

$$1. f'(x) = \alpha \operatorname{sgn}(x)$$

$$2. f'(x) = \frac{-e^{-x}}{(1+e^{-x})}$$

$$3. f'(x) = 2\alpha x$$

Задание №2. Выберите формулу правила производной сложной функции $\frac{df(g(x))}{dx}$

1. $f'(g(x))g(x) + f(g(x))g'(x)$
2. $f'(g(x))g'(x)$
3. $f'(g(x))f(g'(x))$
4. $f'(g'(x))$

Рейтинг-контроль №3

Задание №1 Сопоставьте формулы модификаций градиентного спуска с их названием

Варианты названий:

1. SGDmomentum
2. AdaGrad
3. AdaDelta
4. RMSprop
5. Adam

Варианты формул:

1.

$$g_i(k+1) = \gamma g_i(k) + (1-\gamma) \left(\frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{\sqrt{v_i(k)} + \epsilon}{\sqrt{g_i(k+1)} + \epsilon} \frac{\partial E}{\partial w_i}$$

$$v_i(k+1) = \gamma v_i(k) + (1-\gamma) \left(\frac{\sqrt{v_i(k)} + \epsilon}{\sqrt{g_i(k+1)} + \epsilon} \frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

2.

$$g_i(k+1) = \gamma g_i(k) + (1-\gamma) \left(\frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h \partial E / \partial w_i}{\sqrt{g_i(k+1) + \epsilon}}$$

3.

$$v_i(k) = \mu v_i(k-1) + \eta \frac{\partial E}{\partial w_i}$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - h v_i(k)$$

4.

$$v_i(k+1) = \frac{\gamma_v v_i(k) + (1-\gamma_v) \partial E / \partial w_i}{1-\gamma_v^{k+1}}$$

$$g_i(k+1) = \frac{\gamma_g g_i(k) + (1-\gamma_g) (\partial E / \partial w_i)^2}{1-\gamma_g^{k+1}}$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h v_i(k+1)}{\sqrt{g_i(k+1) + \epsilon}}$$

5.

$$g_i(k+1) = g_i(k) + \left(\frac{\partial E}{\partial w_i} \right)^2$$

$$w_i(k+1) = w_i(k) - \frac{h \partial E / \partial w_i}{\sqrt{g_i(k+1) + \epsilon}}$$

Задание №2. Сопоставьте недостатки модификаций градиентного спуска с их названием
Варианты недостатков:

1. Полное затухание изменений весов при большом количестве шагов метода.
2. Для изменения весов градиент считается на всей обучающей выборке.
3. Фиксированный шаг спуска может оказаться слишком большим или слишком маленьким на пологих и крутых участках функции ошибки.
4. Использует скользящее среднее только для вычисления масштабирования градиента

Варианты названий:

1. Градиентный спуск
2. SGD
3. RMSprop
4. AdaGrad

5.2. Промежуточная аттестация

Список примерных вопросов для зачета:

1. Модель искусственного нейрона Мак-Каллока-Питтса.
2. Функции активации в модели искусственного нейрона.
3. Обучение искусственного нейрона. Метод градиентного спуска.
4. Стохастический градиентный спуск.
5. Типы функций ошибки при обучении искусственного нейрона и их назначение.

6. Искусственные нейронные сети.
7. Архитектура полносвязных искусственных нейронных сетей.
8. Обучение нейронной сети. Алгоритм обратного распространения ошибки.
9. Модификации градиентного спуска: градиентный спуск с инерцией.
10. Модификации градиентного спуска: ускоренный градиентный спуск Нестерова.
11. Модификации градиентного спуска: адаптивный градиентный спуск.
12. Модификации градиентного спуска: метод адаптивного скользящего среднего.
13. Модификации градиентного спуска: метод адаптивного шага обучения.
14. Модификации градиентного спуска: метод адаптивной инерции.
15. Переобучение в нейронной сети.
16. Оценка качества обучения нейронной сети. Метрики оценки качества.
17. Типы наборов данных для обучения нейронной сети.
18. Библиотеки для обучения нейронных сетей.
19. Обработка табличных данных с помощью нейронных сетей.
20. Обработка изображений с помощью нейронных сетей.
21. Архитектура сверточных нейронных сетей.
22. Предварительно обученные нейронные сети для анализа изображений.
23. Перенос обучения в нейронных сетях для анализа изображений.
24. Классификация изображений с помощью сверточных нейронных сетей.
25. Обработка текста с помощью нейронных сетей.
26. Методы токенизации текста.
27. Методы векторизации текста.
28. Архитектура рекуррентных нейронных сетей.
29. Обучение рекуррентных нейронных сетей.
30. Архитектура рекуррентных сетей LSTM (Long-Short Term Memory).
31. Архитектура рекуррентных сетей GRU (Gated Recurrent Unit).
32. Применение рекуррентных нейронных сетей для классификации текста.
33. Архитектура одномерных сверточных нейронных сетей.
34. Применение одномерных сверточных нейронных сетей для классификации текста.
35. Определение тональности текста с помощью глубоких нейронных сетей.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

1. Разработайте сверточную нейронную сеть для распознавания объектов на изображениях из набора данных CIFAR-10. Доля правильных ответов (метрика accuracy) на тестовом наборе данных должна быть не менее 0,87.

Соревнование на Kaggle для выполнения домашнего задания – <https://www.kaggle.com/t/5c22e3a159a546f085be12ec9b265245>

Пример ноутбука с базовым вариантом решения – <https://www.kaggle.com/lkatran/base-line-4-4>

Можно использовать любые предварительно обученные нейронные сети.

2. Разработайте нейронную сеть для классификации тональности текстов отзывов YELP. Доля правильных ответов (метрика accuracy) на тестовом наборе данных должна быть не менее 0,96.

Соревнование на Kaggle для выполнения домашнего задания – <https://www.kaggle.com/t/c8f9b324cf7f44e28515726f4717488b>

Пример ноутбука с базовым вариантом решения – <https://www.kaggle.com/lkatran/base-line-5-3>

Можно использовать рекуррентные нейронные сети, в том числе LSTM и GRU, а также одномерные сверточные нейронные сети.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Гудфеллоу Я. , Бенджио И. , Курвилль А. , пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. , испр. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 652 с. - ISBN 978-5-97060-618-6.	2018	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970606186.html
2. Python и машинное обучение / С. Рашка - Москва : ДМК Пресс, 2017. - ISBN 978-5-97060-409-0	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html
3. Дэвенпорт, Т. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику. Преимущества и сложности / Т. Дэвенпорт. - Москва : Альпина Паблишер, 2021. - 316 с. - ISBN 978-5-9614-3952-6	2021	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785961439526.html
Дополнительная литература		
1. Коэльо, Луис Педро Построение систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-97060-330-7	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603307.html
2. Антонио, Джулли Библиотека Keras - инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Антонио Джулли, Суджит Пал, пер. с англ. Слинкин А. А. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 294 с. - ISBN 978-5-97060-573-8.	2018	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605738.html

6.2. Периодические издания

Журналы (<https://elibrary.ru/>):

1. Вестник компьютерных и информационных технологий
2. Вычислительные технологии

6.3. Интернет-ресурсы

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические занятия проводятся в компьютерном классе.

Используется бесплатно-распространяемое программное обеспечение:

1. Python – <https://www.python.org/>
2. TensorFlow – <https://www.tensorflow.org/>
3. Веб - среда разработки для языка программирования Python: google colab - <https://colab.research.google.com/>

Рабочую программу составил Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) _____ Генеральный директор ООО "Диagramma" Протягов И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года
Заведующий кафедрой Куликов К.В. _____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.01 информатика и
вычислительная техника
Протокол № 1 от 29 августа 2022 года
Председатель комиссии Куликов К.В. зав. каф. ВТиСУ

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____