

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.9 Технологии программирования и обучения глубоких сетей»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

Глубокое обучение и генеративный искусственный интеллект
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.9 Технологии программирования и обучения глубоких сетей» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры

протокол № 6 от "18" января 2023г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

наименование кафедры


подпись

И.П. Болодурина

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность


подпись

В.В. Гуньков

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

И.В. Крючкова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: освоение алгоритмов, методов, технологий глубокого обучения (deep learning) – специального раздела в машинном обучении (machine learning); формирование умений и навыков в решении практических задач с использованием методов глубокого обучения.

Задачи:

- ознакомление с основными технологиями программирования, принципами построения и обучения сетей глубокого обучения;
- приобретение практических навыков эффективного проектирования и построения классификаторов на основе сетей глубокого обучения;
- формирование навыков для решения прикладных задач с использованием методов глубокого обучения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.5 Интеллектуальные технологии анализа данных, Б1.Д.Б.10 Прикладной искусственный интеллект*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.10 Прикладной искусственный интеллект, Б1.Д.В.1 Обработка и генерация изображений, Б1.Д.В.5 Современные проблемы машинного обучения, Б1.Д.В.7 Теория глубокого обучения, Б1.Д.В.Э.1.1 Гибридные алгоритмы искусственного интеллекта*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1-В-2 Применяет математические модели и решает актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики ОПК-1-В-4 Использует методы математического моделирования при анализе актуальных задач на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук	Знать: основные технологии программирования, алгоритмы и методы глубокого обучения. Уметь: использовать имеющиеся знания для решения практических задач глубокого обучения; оценивать на практике качество обучения используемых моделей. Владеть: навыками работы с архитектурами, включающими открытые библиотеки глубокого обучения; опытом реализации архитектур программных систем для решения практических задач, включающих открытые библио-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		теки глубокого обучения
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Понимает базовые и методологические основы построения и анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности ОПК-3-В-4 Ставит задачи по выбранной тематике, выбирает для исследования необходимые методы; применяет выбранные методы к решению научных задач, оценивает значимость получаемых результатов на основе проведенного анализа ОПК-3-В-5 Владеет методологией математического моделирования; имеет навыки применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыки построения и реализации основных математических алгоритмов ОПК-3-В-6 Демонстрирует навыки построения концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач, навыки самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе	<u>Знать:</u> основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике. Знать устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей. <u>Уметь:</u> комбинировать различные архитектурные решения, функции потерь и приемы подготовки данных для оптимального решения поставленных задач машинного обучения при помощи нейросетевых моделей. Уметь обоснованно применять методы искусственного интеллекта, основанные на нейронных сетях, для решения конкретных задач. <u>Владеть:</u> инструментарием для реализации и тренировки изучаемых методов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; подготовка к практическим занятиям, подготовка к рубежному контролю и т.п.)	108,75	108,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в глубокое обучение (deep learning)	14	2		2	10
2	Многослойные полностью связанные сети. Многослойный перцептрон	24	2		2	20
3	Обзор библиотек глубокого обучения. Разработка сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр	24	2		2	20
4	Сверточные нейронные сети.	19	2		2	15
5	Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети	14	2		2	10
6	Рекуррентные нейронные сети и их развитие	19	2		2	15
7	Обучение без учителя	14	2		2	10
8	Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей	16	4		2	10
	Итого:	144	18		16	110
	Всего:	144	18		16	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Введение в глубокое обучение (deep learning)

Что такое глубокое обучение (deep learning)? Истоки возникновения (связь с биологией). Примеры задач, которые решаются с использованием глубокого обучения: задачи компьютерного зрения (computer vision): классификация изображений с большим числом категорий, детектирование объектов, семантическая сегментация изображений; задачи распознавания естественного языка: машинный перевод, генерация текстов естественного языка, грамматический разбор слов; другие примеры задач (генерация описания модели, задачи планирования). Классификация моделей по способу обучения: обучение с учителем (supervised learning): многослойные полностью связанные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети; обучение без учителя (unsupervised learning): автокодировщик, ограниченная машина Больцмана (Restricted Boltzmann Machine, RBM), глубокая машина Больцмана

2. Многослойные полностью связанные сети (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

3. Обзор библиотек глубокого обучения. Разработка сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр

Структура сети, соответствующая логистической регрессии. Задача распознавания рукописных цифр. Открытые библиотеки глубокого обучения: Библиотека Caffe (C/C++, Python). Пример разработки сети, обучения и тестирования сети. Библиотека Torch (Lua). Библиотека TensorFlow (Python).

4. Сверточные нейронные сети

Структура модели. Возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие). Функции активации (сигмоидальные, ReLU). Функции ошибки. Оптимизация

ционная постановка задачи обучения сверточной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки для сверточных нейронных сетей. Пример простейшей сверточной нейронной сети: структура сети; влияния параметров метода обучения. Определение числа обучаемых параметров. Оценка объема памяти, необходимой для хранения сети. Принципы построения и оптимизации сверточных сетей

5. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети

Классификация методов визуализации признаков. Открытые библиотеки для визуализации. Визуализация фильтров и выходов слоев в библиотеке Caffe и Torch

6. 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. Пример использования рекуррентных нейронных сетей к задаче распознавания цифр. Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети. Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети. Рекурсивные нейронные сети. Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью

7. Обучение без учителя

Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети. Развертывание нейронных сетей. Ограниченная машина Больцмана. Глубокая машина Больцмана (Deep Boltzmann machine, DBM). Пример применения для начальной настройки параметров модели. Глубокая доверительная сеть

8. 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.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Демонстрация примеров задач, которые решаются с использованием глубокого обучения	2
2	2	Реализация метода обратного распространения ошибки для трехслойного персептрона	2
3	3	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. Сбор результатов качества работы сетей.	2
4	4	Разработка сверточной нейронной сети для решения той же задачи, что и в предыдущей лабораторной работе. Проведение экспериментов с разными конфигурациями сверточных нейронных сетей. Сбор результатов качества работы сетей.	2
5	5	Визуализация фильтров, полученных на всех сверточных слоях нейронных сетей, построенных в предыдущей лабораторной работе. Модификация параметров сетей и их конфигураций с целью повышения качества их работы. Ресурс: Визуализация фильтров и выходов слоев в Caffe [http://nbviewer.jupyter.org/github/BVLC/caffe/blob/master/examples/00-classification.ipynb].	2
6	6	Разработка рекуррентных нейронных сетей и их разновидностей	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		для решения той же задачи, что и в предыдущих работах. Проведение экспериментов с разными конфигурациями сетей. Сбор результатов качества работы сетей. Ресурс: Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью (Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network, LSTM-RNN) [http://deeplearning.cs.cmu.edu/pdfs/Hochreiter97_lstm.pdf].	
7	7	Начальная настройка весов разработанных ранее нейронных сетей. Проведение экспериментов. Сбор результатов качества работы сетей с предварительной настройкой весов Ресурс: [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.9680&rep=rep1&type=pdf].	2
8	8	Применение переноса обучения для решения задачи, поставленной в ходе второй лабораторной работы. Проведение экспериментов с сетями, существующими для решения классических задач. Сбор результатов качества работы сетей с предварительной настройкой весов.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Интеллектуальные системы [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 230100.68 Информатика и вычислительная техника, 231000.68 Программная инженерия / А.М. Семенов, Н.А. Соловьев, Е.Н. Чернопрудова, А.С. Цыганков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГИМ, 2014. - 237 с.: ил.; 14,75 печ. л. - Библиогр.: с. 218-221. - Прил.: с. 222-236. - ISBN 978-5-9723-0158-4.

2 Матвеев, М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим специальностям / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. - Москва: Финансы и статистика : ИНФРА-М, 2014. - 448 с.: ил. - Библиогр.: с. 440-441. - Предм. указ.: с. 442-447. - ISBN 978-5-279-03279-2. - ISBN 978-5-16-003412-6.

5.2 Дополнительная литература

1. Ручкин, В. Н. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы / В. Н. Ручкин, В. А. Фулин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2009. - 238 с.
2. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли.: пер. с англ.-М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2007.-1152 с.
3. Чулюков, В. А. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: Учеб. пособие для вузов / В.А. Чулюков. - М. : Бином, 2008. - 293 с. : ил.
4. Сидоркина И. Г. Системы искусственного интеллекта: учеб.пособие для вузов. - М.:КноРус, 2011. - 245 с.

5.3 Периодические издания

– Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2021.

– Информационные технологии: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2021.

5.4 Интернет-ресурсы

- <http://www.edu.ru> – федеральный образовательный портал;
- <http://aist.osu.ru/> - автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования ОГУ;
- <http://moodle.osu.ru/> - электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle;
- <http://qai.narod.ru> - Генетические и нейроэволюционные алгоритмы.
- <http://raai.org> - Российская ассоциация искусственного интеллекта.
- <http://ransmv.narod.ru> - Российская ассоциация нечетких систем и мягких вычислений.
- <http://www.aiportal.ru/> - Статьи и файлы по основным направлениям исследований в области искусственного интеллекта.
- <http://www.citforum.ru> - ИТ Библиотека on-line.
- http://www.makhfi.com/KCM_intro.htm – Введение в моделирование знаний.
- <http://www.niisi.ru/iont/ni> - Российская ассоциация нейроинформатики.
- www.intuit.ru. - Интернет-университет информационных технологий. Комплекс бесплатных учебных курсов INTUIT.RU (версия 1.0).
- www.basegroup.ru – технологии анализа данных / Deductor – аналитическая платформа.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Свободный пакет офисных приложений OpenOffice. Разработчик: Apache Software Foundation. Распространяется по свободной лицензии Apache License 2.0. Режим доступа: <http://www.openoffice.org/ru/>;

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения занятий семинарского типа используется компьютерный класс, оснащенный компьютерами с минимальными характеристиками: оперативная память: не менее 2 Gb; процессор не менее чем на 2 ядра и частотой не менее 1,6 Ghz; объём памяти видеокарты не менее 512 Mb; жесткий диск не менее чем на 200Gb; наличие Usb – разъема на лицевой стороне системного блока (вверху); диагональ ЖК монитора не менее 17.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.