

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Чуприс

2019 г.

Регистрационный № УД 6779/уч.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 09 Прикладная математика и информатика

профилизация

Алгоритмы и системы обработки больших данных

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 80 09-2019 и учебного плана G31-072/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.И. Пирштук – ассистент кафедры высшей математики факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.В. Карелин – ведущий инженер-программист ООО «Силк АИлайнс», кандидат физико-математических наук;

Д.В. Пекарь – математик управления разработки программного обеспечения ООО «Бануба Девелопмент», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дискретной математики и алгоритмики
(протокол № 15 от 18 апреля 2019 года);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 28 июня 2019 года).

Заведующий кафедрой
дискретной математики и алгоритмики


В.М. Котов



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Нейронные сети» знакомит студентов магистратуры с основными направлениями в теории глубокого обучения и закладывает необходимую теоретическую базу для применения нейронных сетей как алгоритма искусственного интеллекта в прикладных задачах.

Цель учебной дисциплины – создание базы для применения современных методов глубокого обучения, формирование у студентов магистратуры навыков самостоятельного исследования и разработки алгоритмов искусственного интеллекта, умений решать задачи с использованием машинного обучения, осуществляя взвешенный выбор того или иного подхода.

Задачи учебной дисциплины:

1. Изучить методы глубокого обучения и современные архитектуры искусственных нейронных сетей.
2. Ознакомить студентов магистратуры с применениями нейронных сетей в прикладных задачах анализа изображений и текстов.
3. Сформировать у студентов магистратуры практические навыки разработки нейросетевых моделей, умения самостоятельного анализа поставленных задач автоматической интеллектуальной обработки данных и принятия решений о выборе моделей и методов глубокого обучения.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к циклу компонент учреждения образования и входит в модуль «Модели и методы машинного обучения».

Программа составлена с учетом **межпредметных связей** с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются учебные дисциплины I ступени высшего образования «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительные методы алгебры», «Методы численного анализа» и «Математический анализ», а также дисциплины II ступени высшего образования «Программные средства анализа данных» и «Методы машинного обучения». Знания, полученные в учебной дисциплине, используются при изучении дисциплин по выбору «Компьютерное зрение», «Распознавание и синтез речи» и «Компьютерная лингвистика» модуля «Приложения машинного обучения».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Нейронные сети» должно обеспечить формирование следующих специализированных компетенций:

- СК-5. Владеть математическими основами теории машинного обучения.

СК-6. Применять методы машинного обучения для решения прикладных задач.

СК-8. Владеть алгоритмами построения искусственных нейронных сетей. В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- математические основы теории машинного обучения;
- основные типы нейронных сетей, а также область их применимости;

уметь:

- анализировать, выделять особенности и комбинировать методы машинного обучения;
- применять методы глубокого обучения для решения прикладных задач;

владеть:

- алгоритмами построения искусственных нейронных сетей;
- навыками разработки моделей глубокого обучения.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во 2-ом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Нейронные сети» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 126 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, практические занятия – 20 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы глубокого обучения

Тема 1.1. Введение.

Введение. История возникновения и развития искусственных нейронных сетей. Успехи глубокого обучения. Краткий обзор курса. Теорема Байеса и вероятностный подход к машинному обучению. Перекрестная энтропия. Градиентный спуск. Переход от нейробиологии к искусственным нейронным сетям. Перцептрон.

Тема 1.2. Основы обучения нейронных сетей

Функции ошибки и регуляризация. Граф вычислений и дифференцирование на нем. Разные функции активации. Слои и векторизация.

Тема 1.3. Современные методы обучения нейронных сетей

Инициализация весов. Нормализация по мини-батчам. Варианты градиентного спуска. Метод моментов, моменты Нестерова. Адаптивные варианты градиентного спуска. Прореживание.

Раздел 2. Основные архитектуры нейронных сетей

Тема 2.1. Свёрточные нейронные сети

Операции свёртки и взятия максимума. Сверточные сети. Современные сверточные архитектуры. Автокодировщики. Приложения в технологиях компьютерного зрения.

Тема 2.2. Рекуррентные нейронные сети

Задачи обработки последовательностей. Распространение ошибки и архитектуры RNN. Слои с памятью. Долгая краткосрочная память. Управляемый рекуррентный блок.

Тема 2.3. Глубокие нейронные сети для обработки естественных языков.

Распределённые представления word2vec и GloVe, рекурсивные нейронные сети, encoder-decoder архитектуры, сети с вниманием, сети с памятью.

Раздел 3. Избранные главы глубокого обучения

Тема 3.1. Избранные главы глубокого обучения.

Методы адаптации нейронных сетей к новым наборам данных. Стохастическое вложение соседей с t-распределением.

Тема 3.2. Генеративное глубокое обучение.

Генеративно-сопоставительные нейронные сети. Вариационные автокодировщики.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы глубокого обучения	6	6					
1.1	Введение	2	2					Устный опрос
1.2	Основы обучения нейронных сетей	2	2					Собеседование
1.3	Современные методы обучения нейронных сетей	2	2					Контрольная работа № 1
2.	Основные архитектуры нейронных сетей	9	8					
2.1	Свёрточные нейронные сети	4	4					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с устной защитой
2.2	Рекуррентные нейронные сети	3	2					Коллоквиум
2.3	Глубокие нейронные сети для обработки естественных языков	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений. Контрольная работа № 2
3	Избранные главы глубокого обучения	5	6					
3.1	Избранные главы глубокого обучения	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений
3.2	Генеративное глубокое обучение	3	4					Контрольная работа № 3. Оценивание на основе проектного метода

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.
2. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
3. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2018. – 400 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем / пер. с англ.– М.: Диалектика, 2018. – 688 с.
2. Николенко С., Тулупьев А. Самообучающиеся системы. – М.: МЦНМО, 2009. – 288 с.
3. Паттанаяк С. Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов. Математический подход к построению систем искусственного интеллекта на Python / пер. с англ.– М.: Диалектика, 2019. – 480 с.
4. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: Вильямс, 2019. – 1104 с.
5. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. – Springer, Information Science and Statistics series, 2006. – 738 pp.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: выборочный устный опрос, собеседование, коллоквиум.
2. Письменная форма: контрольные работы, отчеты по домашним практическим упражнениям.
3. Устно-письменная форма: отчеты по практическим упражнениям с их устной защитой, оценивание на основе проектного метода.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Нейронные сети» учебным планом предусмотрен зачет.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку:

- работа на практических занятиях – 50 %;

- контрольные работы – 30 %;
- коллоквиум – 20 %.

Примерная тематика практических занятий

Занятие № 1. Программные средства обучения нейронных сетей. Представление данных для нейронных сетей. Операции с тензорами.

Занятие № 2. Знакомство с набором данных MNIST. Обучение нейронных сетей. Мониторинг с помощью Tensorboard.

Занятие № 3. Улучшение модели распознавания цифр с использованием современных методов глубокого обучения.

Занятие № 4. Определение пола человека по лицу с помощью нейронных сетей. Визуализация знаний, заключенных в свёрточной нейронной сети.

Занятие № 5. Использование свёрточных нейронных сетей для анализа лиц. Презентация задач для домашних проектов. Разбиение на проектные группы. Учебная дискуссия по теме проектов.

Занятие № 6. Задача генерирования текста.

Занятие № 7. Анализ тональности текстов на основе распределенных представлений текстов и рекуррентных нейронных сетей.

Занятие № 8. t-SNE распределенных представлений слов английского языка.

Занятие № 9. Перенос стиля изображения. Генерация изображений.

Занятие № 10. Презентация и защита групповых домашних проектов.

Рекомендуемая тематика контрольных работ и коллоквиума:

1. Контрольная работа № 1 «Основы глубокого обучения».
2. Контрольная работа № 2 «Свёрточные и рекуррентные нейронные сети».
3. Контрольная работа № 3. «Генеративное глубокое обучение».
4. Коллоквиум «Нейронные сети. Современные методы глубокого обучения».

Текущий контроль знаний проводится в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины (эвристический, проективный, практико-ориентированный)

При организации образовательного процесса большинства практических занятий используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;

- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Также при организации образовательного процесса используются методы группового обучения, проектного обучения и учебной дискуссии. Студентам предлагается выполнить часть домашних заданий в форме проекта в группах до 4 человек. Задания предполагают предварительное обсуждение в форме мозгового штурма. Выполнение проекта предусматривает самостоятельную работу с научными и техническими источниками по теме курса, самостоятельный поиск и выбор способа решения задачи, составление плана и разделение задач между участниками группы. В конце курса предусмотрена устная защита домашнего проекта с критическим анализом идей, сгенерированных в ходе мозгового штурма, и ретроспективной выполненной работы.

Комбинация методов предполагает

- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;

- способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта;

- приобретение навыков для решения исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач.

- появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся, кроме подготовки к экзамену, подготовка к зачету

Для организации самостоятельной работы магистрантов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к зачёту, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Теорема Байеса. Перекрестная энтропия.
2. Градиентный спуск.
3. Обучение перцептрона.
4. Функции ошибки. Регуляризация.
5. Граф вычислений и дифференцирование на нем.
6. Функции активации.
7. Слои и векторизация.
8. Способы инициализации весов.
9. Варианты градиентного спуска на основе метода моментов.
10. Адаптивные варианты градиентного спуска.
11. Операции свёртки и взятия максимума. Сверточные сети.
12. Нормализация по мини-батчам. Прореживание.
13. Современные сверточные архитектуры.
14. Автокодировщики.
15. Сверточные нейронные сети в технологиях компьютерного зрения.
16. Долгая краткосрочная память.
17. Управляемый рекуррентный блок.
18. Сети с вниманием
19. Распределённые представления word2vec и GloVe.
20. Методы адаптации нейронных сетей к новым наборам данных
21. Стохастическое вложение соседей с t-распределением.
22. Генеративно-согласительные нейронные сети.
23. Вариационные автокодировщики.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Компьютерное зрение	Компьютерных технологий и систем	Нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется, протокол № 15 от 18 апреля 2019 г.
Распознавание и синтез речи	Биомедицинской информатики	Нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется, протокол № 15 от 18 апреля 2019 г.
Компьютерная лингвистика	Дискретной математики и алгоритмики	Нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется, протокол № 15 от 18 апреля 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
