

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0533-10-2023, учебного плана № 6-5.3-58/01 от 15.05.2023.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В.Казачёнок, заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор;

С.В.Шолтанюк, старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТ:

Д.В.Баровик, заместитель директора по информационным технологиям ООО «ФП Трейд», кандидат физическо-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерных технологий и систем БГУ
(протокол № 4 от 18.11.2025);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол №4 от 27.11.2025)

Заведующий кафедрой



В.В.Казачёнок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Нейронные сети» знакомит студентов с основами использования нейронных сетей в задачах классификации, принятия решений, распознавания образов, прогнозирования. При этом рассматриваются основы препроцессинга данных, исследуются основы глубокого обучения нейронной сети, анализируется качество обучения на основе использования стандартных библиотек Python. Проводится простейшее исследование возможностей использования обученной нейронной сети для классификации своих изображений.

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

Задачи учебной дисциплины:

1. Освоение студентами теории и практики использования нейронных сетей для решения практических задач классификации, принятия решений, распознавания образов, прогнозирования.

2. Знакомство студентов с основными задачами, решаемыми при помощи нейронных сетей.

3. Развитие у студентов навыков самостоятельного освоения методов выбора и применения способов и технологий проектирования и разработки структуры нейронных сетей.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к дисциплинам профилизации «Системный анализ» компонента учреждения образования.

Учебная программа составлена с учётом межпредметных связей и программ по следующим дисциплинам:

- «Математический анализ»;
- дисциплины модуля «Геометрия и алгебра»: «Основы высшей алгебры» и «Линейная алгебра»;
- «Основы и методологии программирования»;
- дисциплины модуля «Учебные дисциплины профилизации»: «Основы машинного обучения», «Программирование на языке Python».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Нейронные сети» должно обеспечить формирование следующей *специализированной компетенции*:

Разрабатывать алгоритмы на основе нейронных сетей для решения прикладных задач анализа данных.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- базовые модели нейронных сетей;
- основные методы обучения нейронных сетей;

– основные алгоритмы, реализованные в стандартных библиотеках работы с нейронными сетями;

уметь:

- выбирать структуру нейронной сети для решения поставленной задачи;
- проводить обучение нейронной сети;
- определять эффективность обучения нейронной сети;
- применять нейронной сети для решения практических задач с использованием готовых библиотек Python;

иметь навык:

- задания гиперпараметров нейронной сети;
- обучения нейронной сети;
- использования нейронных сетей.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре. В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Нейронные сети» отведено для **очной формы** получения высшего образования – 108 часов, в том числе 64 аудиторных часа, лекции – 32 часов, лабораторные занятия – 32 часов. **Из них:**

Лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа (УСР) – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачёт.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы нейронных сетей

Тема 1.1. Введение в нейронные сети

Области применения глубоких нейронных сетей. Понятие нейронной сети. Искусственный нейрон МакКаллока-Питтса. Синапсы. Функция активации. Нейронные сети с прямым распространением сигнала. Рекуррентные нейронные сети. Глубокая нейронная сеть.

Тренировочный сет. Итерация. Эпоха. Способы вычисления ошибок нейронных сетей. Нейрон смещения. Методы обучения нейронной сети, метод обратного распространения ошибок на основе алгоритма градиентного спуска. Гиперпараметры. Правила Хэбба. Персептрон.

Классический пример машинного обучения нейросети, решающей проблему «исключающего или» (XOR) на языке программирования Python. Эксперименты с программой для понимания деталей работы нейронных сетей.

Тема 1.2. Обучение простейшей нейронной сети на языке Python

Нейронная сеть с двумя слоями. Обучение двухслойной нейронной сети. Вычисление ошибки нейронной сети. Простейшая реализация алгоритма градиентного спуска в «сигмоиде». Использование скрытых слоев.

Примеры использования нейронных сетей в задачах: классификации, принятия решений, распознавания образов, прогнозирования.

Тема 1.3. Глубокое обучение нейронной сети с использованием фреймворка Keras

Настройки фреймворка Keras. Полносвязные нейронные сети. Структура классического набора рукописных цифр MNIST. Препроцессинг данных. Обучение глубокой нейронной сети на основе MNIST. Добавление уровней сети. Анализ качества обучения нейронной сети. Определение гиперпараметров: количество слоев и эпох сети, параметры мини-выборки и скорости обучения.

Наборы данных для обучения: обучающая выборка, проверочная выборка, тестовая выборка. Проблема переобучения. Архитектура сверточных нейронных сетей в задачах распознавания объектов.

Тема 1.4. Использование обученной нейронной сети для классификации изображений

Сохранение обученной нейронной сети в Keras. Формат JSON сохранения архитектуры нейронной сети. Формат HDF5 сохранения весов модели сети.

Загрузка и компиляция сохраненной нейронной сети из файлов. Подключение стандартных модулей Keras. Библиотека Python Imaging Library (PIL).

Перенос обучения в нейронных сетях для классификации своих изображений. Классы изображений: категориальное представление и метка

класса. Особенности рекуррентных нейронных сетей в задачах распознавания текста.

Раздел 2. Особенности архитектур нейронных сетей

Тема 2.1. Свёрточные нейронные сети (CNN)

Основные особенности архитектуры CNN. Задачи, решаемые при помощи CNN: классификация изображений, обнаружение и локализация объектов, сегментация изображений, распознавание объектов на изображениях.

Тема 2.2. Генеративно-сопоставительные нейронные сети (GAN)

Основные особенности архитектуры GAN. Генератор и дискриминатор. Генерация изображений и текста при помощи GAN. Автоматическое редактирование и улучшение качества изображений.

Тема 2.3. Рекуррентные нейронные сети (RNN)

Рекуррентная сеть с долгой краткосрочной памятью (Long Short-Term Memory, LSTM). Рекуррентная сеть с управляемыми рекуррентными блоками (Gated Recurrent Units, GRU). Прогнозирование временных рядов, генерация текста и мультимедиа при помощи RNN.

Тема 2.4. Автокодировщики

Основные особенности архитектуры автокодировщиков. Энкодеры и декодеры, их разновидности. Задачи, решаемые при помощи автокодировщиков: снижение размерности и извлечение признаков, удаление шумов на изображениях, обнаружение аномалий в данных, генерация синтетических данных.

Тема 2.5. Оптимизация и регуляризация нейронных сетей

Алгоритмы градиентного спуска: SGD, Adam, RMSProp. Регулировка скорости обучения (Learning Rate). Аугментация данных для улучшения обобщающей способности. Настройка нейронной сети (Fine Tuning).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная (дневная) форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий
(ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы нейронных сетей	16			14		2	
1.1	Введение в нейронные сети	2			2			Устный опрос
1.2	Обучение простейшей нейронной сети на языке Python	4			4			Проверка программного кода по лабораторной работе с её устной защитой. Контрольная работа №1
1.3	Глубокое обучение нейронной сети с использованием фреймворка Keras	4			4			Устный опрос
1.4	Использование обученной нейронной сети для классификации изображений	6			4		2	Проверка программного кода по лабораторной работе с её устной защитой. Контрольная работа №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Особенности архитектур нейронных сетей	16			16			
2.1	Свёрточные нейронные сети (CNN)	4			4			Устный опрос
2.2	Генеративно-состязательные нейронные сети (GAN)	4			4			Проверка программного кода по лабораторной работе с её устной защитой. Контрольная работа №3
2.3	Рекуррентные нейронные сети (RNN)	4			4			Устный опрос
2.4	Автокодировщики	2			2			Проверка программного кода по лабораторной работе с её устной защитой. Контрольная работа №4
2.5	Оптимизация и регуляризация нейронных сетей	2			2			Устный опрос
ИТОГО		32			30		2	Зачёт

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Баланов, А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов / А. Н. Баланов. – Изд. 2-е, стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2025. – 311 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/448697>.
2. Николенко, С. И. Глубокое обучение : погружение в мир нейронных сетей / С. Николенко, А. Кудрин, Е. Архангельская. – Санкт-Петербург ; Москва ; Минск : Питер, 2022. – 476 с. – URL: <https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=377026>.
3. Постолиит, А. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python : самоучитель : [для программистов] / А. Постолиит. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 444 с. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/380050/reading>.

Дополнительная литература

1. Головкин, В. А. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головкин, В. В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с. – (Классическое университетское издание). – URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/193558>.
2. Дайзенрот, М. П. Математика в машинном обучении : докопайся до сути / М. П. Дайзенрот, А. А. Фейзал, Чен Сунь Он ; [пер. с англ. С. Череников]. – Санкт-Петербург ; Москва ; Минск : Питер, 2024. – 507 с.
3. Созыкин, А. В. Программирование нейросетей на Python : учебный курс [Электронный ресурс] / А. В. Созыкин. – URL: <https://www.asozykin.ru/courses/nnpython>.
4. Таулли, Том. Основы искусственного интеллекта. Нетехническое введение = Artificial Intelligence Basics. A Non-Technical Introduction / Том Таулли ; [пер. с англ. Андрея Логунова]. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2021. – 288 с. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385769>.
5. Goodfellow, I. Deep Learning : Adaptive Computation and Machine Learning series / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge, MA ; London : The MIT Press, 2016. – 800 p.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущей и промежуточной аттестации.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие формы текущей аттестации.

– Технические: лабораторные работы, выполняемые на компьютере. Они оцениваются исходя из читаемости и оптимизированности программного кода, а также путём проверки программного кода на тестовых примерах.

– Устные: устная защита лабораторных работ, оцениваемая на основе полноты и последовательности ответа (отчёта), полноты раскрытия содержания выполненного задания, понимания работы алгоритмов и методов, использованных при выполнении задания; а также устные опросы, проводимые в целях первичного мониторинга усвоения материала студентами и оцениваемые исходя из полноты и последовательности ответа, понимания основных понятий, методов и алгоритмов, изложенных на лекционных или лабораторных занятиях.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Нейронные сети» учебным планом предусмотрен **зачёт**.

В случае успешной защиты отчётов по всем лабораторным работам допускается определение результатов промежуточной аттестации по дисциплине без проведения дополнительного опроса на зачете. При этом явка студента на зачет является обязательной.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы

Тема 1.4. Использование обученной нейронной сети для классификации изображений (2 ч)

Загрузка и компиляция нейронной сети из файлов. Подключение стандартных модулей Keras. Библиотека Python Imaging Library (PIL).

Перенос обучения в нейронных сетях для классификации своих изображений. Классы изображений: категориальное представление и метка класса. Дообучение нейронной сети для распознавания объектов двух или трех классов.

Используйте предварительно обученную сеть VGG16 в Keras для распознавания различных своих изображений.

(Форма контроля – Проверка программного кода по лабораторной работе с её устной защитой).

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Программирование примера нейронной сети, решающей проблему XOR
2. Обучение нейронной сети на языке Python
3. Примеры использования нейронных сетей в задачах прогнозирования, классификации, принятия решений
4. Полносвязные нейронные сети для распознавания цифр
5. Сверточные нейронные сети для распознавания цифр, других объектов
6. Примеры распознавания различных объектов
7. Программирование рекуррентных нейронных сетей
8. Классификация изображений при помощи свёрточных нейронных сетей (CNN)
9. Работа с объектами на изображениях (их обнаружение и локализация, сегментация изображений, распознавание объектов)

10. Генерация изображений и текста при помощи генеративно-состязательных нейронных сетей (GAN)
11. Редактирование и улучшение изображений при помощи GAN
12. Прогнозирование временных рядов при помощи рекуррентных нейронных сетей (RNN)
13. Генерация текста и мультимедиа при помощи RNN
14. Использование автокодировщиков в первичной обработке и анализе данных
15. Алгоритмы градиентного спуска. Регулировка скорости обучения. Аугментация данных для улучшения обобщающей способности. Настройка нейронной сети

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа с целью изучения материала учебной дисциплины предполагает работу с рекомендованной учебной литературой и Интернет-ресурсами. Теоретические сведения закрепляются выполнением лабораторных заданий, при выполнении которых следует руководствоваться методическими разработками, размещенными в электронной библиотеке университета и на образовательном портале. Могут быть предложены дополнительные задания (тесты, задания для самостоятельного выполнения) для самооценивания и более глубокого усвоения полученного материала.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основные понятия нейронных сетей. Области применения глубоких нейронных сетей
2. Функции активации в нейронных сетях
3. Основы обучения нейронных сетей. Обучающая, проверочная и тестовая выборки данных
4. Классический пример машинного обучения нейросети, решающей проблему «исключающего или» (XOR) на языке программирования Python
5. Нейронные сети в задачах классификации

6. Нейронные сети в задачах прогнозирования
7. Нейронные сети в задачах распознавания образов
8. Способы вычисления ошибок нейронных сетей при обучении
9. Основные особенности работы фреймворка Keras
10. Пример обучения глубокой нейронной сети на наборе данных MNIST
11. Основные гиперпараметры нейронной сети
12. Проблема переобучения нейронной сети
13. Способы сохранения обученной нейронной сети
14. Работа нейронных сетей с изображениями
15. Дообучение ранее обученной нейронной сети
16. Особенности рекуррентных нейронных сетей в задачах распознавания текста
17. Свёрточные нейронные сети: основные особенности и области применения
18. Классификация изображений при помощи свёрточных нейронных сетей
19. Обнаружение и локализация объектов на изображениях при помощи нейронных сетей
20. Сегментация изображений при помощи нейронных сетей
21. Распознавание объектов на изображениях при помощи нейронных сетей
22. Генеративно-состязательные сети: основные особенности и области применения
23. Генерация изображений при помощи генеративно-состязательных сетей
24. Автоматическое редактирование и улучшение качества изображений при помощи генеративно-состязательных сетей
25. Рекуррентные нейронные сети: основные особенности и области применения
26. Прогнозирование временных рядов при помощи рекуррентных нейронных сетей
27. Генерация текста при помощи рекуррентных нейронных сетей
28. Автокодировщики: основные особенности и области применения
29. Задачи анализа данных, решаемые при помощи автокодировщиков
30. Алгоритмы градиентного спуска (SGD, Adam, RMSProp)
31. Регулировка скорости обучения нейронных сетей
32. Аугментация данных для улучшения обобщающей способности нейронных сетей

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

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)
Учебная дисциплина не требует согласования			

Заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем
доктор педагогических наук,
кандидат физико-математических наук,
профессор

18.11.2025
(дата)



(подпись)

В.В.Казачёнок

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
