

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине **«Искусственные нейронные сети на Python»**
для студентов направления подготовки
02.03.01 «Математика и компьютерные науки»
направленность (профиль)
«Анализ данных и искусственный интеллект»

Введение

Целью освоения дисциплины «Искусственные нейронные сети на Python» является формирование профессиональной компетенции (ПК-7) у будущего бакалавра по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки.

Задачи дисциплины:

- изучение архитектуры классических нейросетевых моделей и алгоритмов обучения нейронных сетей
- выработка умений конструировать и обучать нейронные сети
- формирование навыков создания искусственных нейронных сетей средствами Python
- применение нейронных сетей для решения прикладных задач.

Дисциплина «Искусственные нейронные сети на Python» относится к дисциплинам по выбору. Ее освоение происходит в 8 семестре.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-7. Способен подготавливать данные и проводить аналитические работы по исследованию больших данных	ИД-1_{ПК-7} проводит сбор и предобработку больших объемов данных для их анализа	Умеет разрабатывать и обучать нейронные сети средствами Python, выбирая подходящие архитектуры и алгоритмы оптимизации для решения задач обработки данных
	ИД-2_{ПК-7} осуществляет анализ полученной информации и предлагает оптимальные решения поставленных задач	Способен анализировать и адаптировать нейронные сети для решения прикладных задач в области анализа и обработки данных

Практическая работа 1: Создание модели полносвязной нейронной сети

Цель – сформировать у обучающихся представление о коде базовых методов библиотек Python, используемых для обучения нейронной сети.

1. Краткие сведения о написании кода основных методов

В этой работе мы углубимся в некоторые детали построения нейронной сети. Для написания кода будем использовать Python. При написании кода будем использовать две библиотеки Python – `pumpy` для выполнения числовых вычислений и `matplotlib` – для визуализации результатов.

Пусть имеется полносвязная нейронная сеть, имеющая структуру, изображенную на рис. 1.

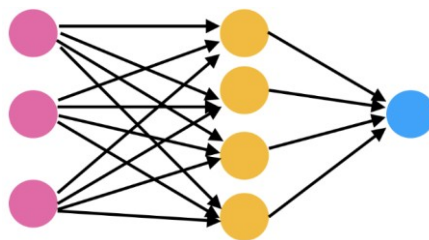


Рисунок 1 – Структура нейронной сети

Нейроны розового цвета задают вход. Нейроны желтого и голубого цветов представляют собой не что иное, как математические функции (функции активации), которые при получении неких входных данных генерируют выходные данные. Выход нейронов зависит от входа и параметров нейронов. Мы можем обновлять эти параметры, чтобы получить желаемое значение из сети.

Каждый из этих нейронов определяется с помощью сигмоидальной функции активации. сигмоидальная функция дает выходной сигнал от нуля до единицы для каждого получаемого входного сигнала. Эти сигмовидные блоки соединены друг с другом, образуя нейронную сеть.

Под соединением здесь подразумевается, что выход одного слоя сигмоидальных единиц подается в качестве входных данных для каждой сигмоидальной единицы следующего слоя. Таким образом, наша нейронная сеть выдает результат для любого заданного входа. Процесс может продолжаться до тех пор, пока мы не достигнем последнего слоя. Последний слой генерирует выходные данные.

Этот процесс нейронной сети, генерирующий выходные данные для заданных входных данных, называется прямым распространением. Выходные данные последнего слоя также называют прогнозом нейронной сети. Позже мы обсудим, как можно оценивать прогнозы. Эти оценки можно использовать, чтобы определить, нуждается ли наша нейронная сеть в улучшении или нет.

Сразу после того, как последний слой сгенерирует выходные данные, мы вычисляем функцию стоимости. Функция стоимости вычисляет, насколько далека наша нейронная сеть от желаемых прогнозов. Значение

функции стоимости показывает разницу между прогнозируемым значением и значением истинности.

Наша цель здесь — минимизировать значение функции стоимости. Процесс минимизации функции стоимости требует алгоритма, который может обновлять значения параметров в сети таким образом, чтобы функция стоимости достигла минимального значения.

Такие алгоритмы, как градиентный спуск и стохастический градиентный спуск, используются для обновления параметров нейронной сети. Эти алгоритмы обновляют значения весов и смещений каждого слоя сети в зависимости от того, как это повлияет на минимизацию функции стоимости. Влияние на минимизацию функции стоимости по отношению к каждому из весов и смещений каждого из входных нейронов в сети вычисляется методом обратного распространения ошибки. Этот метод мы будем изучать далее.

2. Объяснение кода

Мы начнем с импорта всех необходимых библиотек.

```
import numpy as np import matplotlib.pyplot as plt
```

Мы не будем использовать какие-либо библиотеки глубокого обучения, используем библиотеку `numpy` для эффективного выполнения математических вычислений.

Первым шагом в построении нашей нейронной сети будет инициализация параметров. Нам нужно инициализировать два параметра для каждого нейрона в каждом слое:

- вес,
- смещение.

Эти веса и смещения объявляются в векторизованной форме. Это означает, что вместо инициализации весов и смещений для каждого отдельного нейрона в каждом слое мы создадим вектор (или матрицу) для весов и еще один для смещений для каждого слоя.

Эти веса и векторы смещения будут объединены с входными данными слоя. Затем мы применим сигмоидальную функцию к этой комбинации и отправим ее в качестве входных данных на следующий слой.

Пусть переменная `Layer_dims` содержит размеры каждого слоя. Мы передадим эти размеры слоев в функцию `init_parms`, которая будет использовать их для инициализации параметров. Эти параметры будут храниться в словаре под названием `params`. Таким образом, в словаре параметров `params['W1']` будет представлять матрицу весов для слоя 1.

```
def init_parms(layer_dims):
```

```
    np.random.seed(3)    params = {}    L = len(layer_dims)    for l in range(1, L):  
        params['W'+str(l)] = np.random.randn(layer_dims[l], layer_dims[l-1])*0.01  
        params['b'+str(l)] = np.zeros((layer_dims[l], 1))    return params
```

Мы инициализировали веса и смещения и теперь определим сигмоидальную функцию. Он вычислит значение сигмовидной функции для

любого заданного значения Z , а также сохранит это значение в виде кэша. Мы будем хранить значения кэша, потому что они нужны нам для реализации обратного распространения ошибки. Z здесь — это линейная гипотеза.

Обратите внимание, что сигмоидальная функция подпадает под класс функций активации в терминологии нейронных сетей. Задача функции активации – сформировать выходной сигнал нейрона.

Например, сигмоидальная функция принимает на вход дискретные значения и выдает значение, которое находится между нулем и единицей. Цель – преобразовать линейные выходные данные в нелинейные. Существуют различные типы функций активации, которые можно использовать для повышения производительности, но для простоты мы будем придерживаться сигмоидальной функции.

Z (linear hypothesis) - $Z = W * X + b$, # W - weight matrix, b - bias vector, X -Input

```
def sigmoid(Z):  
    A = 1/(1+np.exp(np.dot(-1, Z)))  
    cache = (Z) return A, cache
```

Теперь давайте начнем писать код для прямого распространения. Ранее мы обсуждали, что прямое распространение будет брать значения из предыдущего слоя и передавать их в качестве входных данных следующему слою. Функция, приведенная ниже, будет принимать данные и параметры обучения в качестве входных данных и генерировать выходные данные для одного слоя, а затем передавать эти выходные данные на следующий уровень и так далее.

```
def forward_prop(X, params):  
    A = X # input to first layer i.e. training data    caches = []    L = len(params)//2  
    for l in range(1, L+1):        A_prev = A  
        # Linear Hypothesis  
        Z = np.dot(params['W'+str(l)], A_prev) + params['b'+str(l)]  
        # Storing the linear cache        linear_cache = (A_prev, params['W'+str(l)],  
params['b'+str(l)])  
        # Applying sigmoid on linear hypothesis  
        A, activation_cache = sigmoid(Z)  
        # storing the both linear and activation cache        cache = (linear_cache,  
activation_cache)    caches.append(cache)  
    return A, caches
```

A_{prev} — это входные данные для первого слоя. Мы пройдемся по всем слоям сети и вычислим линейную гипотезу. После этого он примет значение Z (линейная гипотеза) и передаст его сигмовидной функции активации. Значения кэша сохраняются по пути и накапливаются в кэшах. Наконец, функция вернет сгенерированное значение и сохраненный кэш.

Давайте теперь определим нашу функцию стоимости (в литературе ее принято называть функцией потерь).

```
def cost_function(A, Y):  
    m = Y.shape[1]    cost = (-1/m)*(np.dot(np.log(A), Y.T) + np.dot(log(1-  
A), 1-Y.T))    return cost
```

По мере уменьшения значения функции стоимости производительность нашей модели становится лучше. Значение функции стоимости можно минимизировать, обновляя значения параметров каждого из слоев нейронной сети. Такие алгоритмы, как градиентный спуск, используются для обновления этих значений таким образом, чтобы минимизировать функцию стоимости.

Градиентный спуск обновляет значения с помощью некоторых условий обновления. Эти условия обновления, называемые градиентами, рассчитываются с использованием обратного распространения ошибки. Значения градиента рассчитываются для каждого нейрона в сети и представляют собой изменение конечного результата по отношению к изменению параметров этого конкретного нейрона.

```
def one_layer_backward(dA, cache):  
    linear_cache, activation_cache = cache  
    Z = activation_cache  
    dZ = dA*sigmoid(Z)*(1-sigmoid(Z)) # The derivative of  
the sigmoid function  
    A_prev, W, b = linear_cache    m = A_prev.shape[1]  
    dW = (1/m)*np.dot(dZ, A_prev.T)    db = (1/m)*np.sum(dZ, axis=1,  
keepdims=True)    dA_prev = np.dot(W.T, dZ)  
    return dA_prev, dW, db
```

Приведенный выше код запускает этап обратного распространения ошибки для одного слоя. Он вычисляет значения градиента для сигмовидных единиц одного слоя, используя значения кэша, которые мы сохранили ранее. В кеше активации мы сохранили значение Z для этого слоя. Используя это значение, мы рассчитаем dZ, который является производной функции стоимости по линейному выходу данного нейрона.

После того, как мы все это рассчитали, мы можем вычислить dW, db и dA_prev, которые являются производными функции стоимости по весам, смещениям и предыдущей активации соответственно. Мы напрямую использовали формулы в коде. Если вы не знакомы с исчислением, на первый взгляд оно может показаться слишком сложным. Но сейчас подумайте об этом, как о любой другой математической формуле.

После этого мы будем использовать этот код для реализации метода обратного распространения ошибки для всей нейронной сети. Функция backprop реализует код этого метода. Здесь мы создали словарь для сопоставления градиентов каждому слою. Мы пройдемся по модели в обратном направлении и вычислим градиент.

```
def backprop(AL, Y, caches):  
    grads = {}    L = len(caches)    m = AL.shape[1]  
    Y = Y.reshape(AL.shape)
```

```

dAL = -(np.divide(Y, AL) - np.divide(1-Y, 1-AL))
current_cache = caches[L-1]          grads['dA'+str(L-1)], grads['dW'+str(L-1)],
grads['db'+str(L-1)] = one_layer_backward(dAL, current_cache)
    for l in reversed(range(L-1)):
current_cache = caches[l]            dA_prev_temp, dW_temp, db_temp =
one_layer_backward(grads["dA" + str(l+1)], current_cache)          grads["dA" +
str(l)] = dA_prev_temp          grads["dW" + str(l + 1)] = dW_temp          grads["db"
+ str(l + 1)] = db_temp
return grads

```

После того, как мы прошлись по всем слоям и вычислили градиенты, мы сохраним эти значения в словаре градиентов и вернем их.

Наконец, используя эти значения градиента, мы обновим параметры для каждого слоя. Функция `update_parameters` проходит через все слои, обновляет параметры и возвращает их.

```

def update_parameters(parameters, grads, learning_rate):
    L = len(parameters) // 2
    for l in range(L):
        parameters['W'+str(l+1)] = parameters['W'+str(l+1)]
learning_rate*grads['W'+str(l+1)]          parameters['b'+str(l+1)] =
parameters['b'+str(l+1)] - learning_rate*grads['b'+str(l+1)]
return parameters

```

Наконец пришло время собрать все это воедино. Мы создадим функцию под названием `train` для обучения нашей нейронной сети.

```

def train(X, Y, layer_dims, epochs, lr):
    params = init_params(layer_dims) cost_history = []
    for i in range(epochs):
Y_hat, caches = forward_prop(X, params)          cost = cost_function(Y_hat, Y)
cost_history.append(cost)          grads = backprop(Y_hat, Y, caches)
        params = update_parameters(params, grads, lr)
return params, cost_history

```

Эта функция будет выполнять все функции шаг за шагом для заданного количества эпох. После завершения он вернет окончательные обновленные параметры и историю затрат. Историю затрат можно использовать для оценки производительности вашей сетевой архитектуры.

3. Порядок работы

- изучите первый и второй разделы настоящей работы;
- откройте новый блокнот в GoogleColab (<https://colab.research.google.com/>), почитайте руководство по работе с ним;
- вставьте код в блокнот GoogleColab и проверьте его;

- полученные промежуточные результаты и свои выводы запишите в интерактивной онлайн-доске Miro;
- напишите программу, реализующую решение задачи "Прогнозирование выбора друга";
- полученные результаты и свои выводы запишите в интерактивной онлайн-доске Miro.

Примечание: Ссылку на интерактивную онлайн-доску Miro, преподаватель вам запишет в беседе Microsoft Teams вашей группы.

По ссылке <https://sdelano.media/boardmiro2/> можно прочитать статью "Как работать на интерактивной доске Miro".

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>
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>

3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плещ. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 2: Знакомство с построением модели полносвязной нейронной сети

Цель – сформировать понимание у обучающихся о построении модели полносвязной нейронной сети и ее обучения на основе использования методов библиотек Python.

Задание:

1. Откройте в браузере блокнот Google Colab. Ссылка на него будет записана в беседе группы Microsoft Teams

- Откроется блокнот Google Colab "Предсказание ПСНС на keras.ipynb".
- Откройте вкладку "Файл" и выберите опцию "Сохранить копию на диске".

Блокнот сохранится на вашем Google-диске в папке "ColabNotebooks", которую сам и создаст, если такой папки у вас нет. В процессе работы каждый раз, когда вы сохраняете блокнот он будет сохраняться на вашем Googleдиске.

- При доступе к данному вам блокноту вы имеете статус "читатель", после сохранения блокнота на своем Google-диске вы становитесь его владельцем и вам автоматически присваивается статус "редактор".
 - Прогоните программу, записанную в блокноте. Есть два варианта прогона программы:
 - 1-й вариант. Откройте вкладку "Среда выполнения" и выберите опцию "Выполнить все". В этом случае выполнится все программа. Как правило, вариант используется для отлаженной программы при небольших изменениях.
 - 2-й вариант. В блокноте в блоке кода нажимаете треугольник , последовательно сверху вниз. Очень удобно при отладке программы.
2. Проанализируйте структуру сети и эпохи.
3. Результаты программы продемонстрируйте в MIRO.
4. Напишите в Miro выводы по полученным результатам.

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>

3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>

4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>

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>

3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плещ. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 3: Back propagation, ускорение обучения, переобучение и функции активации

Цель – сформировать у обучающихся умения и навыки выбора функции активации, устанавливать момент начала переобучения.

Задание

Шаг 1.Создайте синтетический набор данных для классификации, подготовьте его, запишите на диск и используйте этот набор данных в качестве входных данных.

Шаг 2.Выполните эксперименты с количеством эпох, задайте 50 эпох и прогоните программу. Найдите эпоху, с которой начинается переобучение, и задайте количество эпох в модели. Результаты исследований оформите в виде таблицы и отобразите в MIRO. Напишите выводы.

Шаг 3.Выполните эксперименты с различными функциями активации в первом скрытом слое: гиперболический тангенс, затем поменяйте на логистическую функцию, а после на сигмоиду "sigmoid". Оставьте в программе функцию, давшую лучшие результаты. Результаты исследований оформите в виде таблицы и отобразите в MIRO. Напишите выводы.

Шаг 4.Выполните эксперименты с количеством слоев. Вначале введите второй слой, а затем третий. Проанализируйте результаты. Оставьте в программе вариант с лучшими результатами. Результаты исследований оформите в виде таблицы и отобразите в MIRO. Напишите выводы.

Шаг 5.Выполните эксперименты с количеством нейронов в скрытом слое (ях). Оставьте в программе вариант с лучшими результатами. Результаты исследований оформите в виде таблицы и отобразите в MIRO. Напишите выводы.

Шаг 6.Напишите общий вывод по исследованиям и продемонстрируйте его в MIRO.

Шаг 7.Ссылку на блокнот с программной необходимо выслать преподавателю. Все программы по работе пишите в одном блокноте.

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>

2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>

3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных:

учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>

4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>

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>

3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плец. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 4: Обучение сети распознаванию рукописных цифр

Цель – сформировать у обучающихся умения и навыки исследованию модели полносвязной нейронной сети на примере распознавания рукописных цифр.

Задание

Шаг 1. Напишите программу в блокноте Google Colab.

Шаг 2. Поиграйте со значениями параметров модели НС: посмотрите, как изменения параметров будут сказываться на результатах классификации:

2.1. Начните с количества нейронов 50 и с некоторым шагом (например, 50 или 100, или 150, или 200) двигайтесь к 750. Найдите лучший интервал и исследуйте его, задав шаг 10. Тогда вы более точно найдете искомое количество нейронов в слое. Создайте таблицу с результатами по каждому шагу, проанализируйте ее и напишите выводы. Отобразите таблицу и выводы в МИРО.

Пример структуры таблицы:

№	Количество нейронов	Функция потерь	Точность

2.2. Найдите оптимальное количество слоев, пределы задайте самостоятельно. Количество нейронов в каждом скрытом слое необходимо исследовать. Создайте таблицу с результатами по каждому шагу, проанализируйте ее и напишите выводы. Отобразите таблицу и выводы в МИРО.

2.3. Найдите оптимальное количество эпох, пределы задайте самостоятельно. Создайте таблицу с результатами по каждому шагу, проанализируйте ее и напишите выводы. Отобразите таблицу и выводы в МИРО.

Шаг 3. Напишите общий вывод - заключение.

Шаг 4. Напишите отчет, обязательно включите выводы и заключение.

Содержание отчета:

1. Титульный лист.
2. Цель.
3. Задание.
4. Описание каждого шага задания и его пунктов. Описание каждого шага завершается выводом. Приведите ссылку на блокнот с программой в Google Colab.
5. Заключение.
6. Список использованной литературы.
7. Приведите ссылку на блокнот с программой

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва: КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>
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>
3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плец. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>
4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 5: Оптимизаторы и методы регуляризации

Цель – продолжение формирования у обучающихся умений и навыков исследования модели полносвязной нейронной сети на примере распознавания рукописных цифр.

Задание

Задание 1. Способы оптимизации алгоритма градиентного спуска

В последней программе по распознаванию цифр:

- 1) определите класс `myAdam`, задайте ссылку в `model.compile` и прогоните программу. Исследование проводите, изменяя шаг сходимости от 0,1 до 0,0001;
- 2) определите класс `myOpt`, задайте ссылку в `model.compile` и прогоните программу. Исследование проводите, изменяя шаг сходимости от 0,1 до 0,0001; 3) приведите результаты в МИРО в табличном виде;
- 4) сравните результаты и напишите выводы.

Задание 2. Способы формирования выборки валидации В последней программе по распознаванию цифр:

- 1) последовательно используйте все три способа формирования выборки валидации;
- 2) при прогоне каждого способа распечатайте первые десять изображений;
- 3) приведите результаты в МИРО в табличном виде;
- 4) проанализируйте значения функции потерь и напишите выводы.

Задание 3. Реализация Dropout в Keras

- 5) реализуйте Dropout, скорректировав последнюю программу по распознаванию цифр и изменяя вероятность, пределы изменения задайте самостоятельно; 1) приведите результаты в МИРО в табличном виде;
- 2) проанализируйте результаты и напишите выводы.

Задание 4. Реализация batchnormalization в Keras

1) скорректируйте последнюю программу по распознаванию цифр необходимыми дополнениями для реализации batchnormalization. При этом можете не менять параметры метода, а менять его местоположение: до функции активации, в следующий после нее, после одного скрытого слоя, после каждого скрытого слоя; 2) приведите результаты в МИРО в табличном виде;

- 3) проанализируйте результаты и напишите выводы.

Задание 5. Объединенный эксперимент

4) объедините в моделях лучшие варианты реализации оптимизатора, Dropout или batchnormalization и установите лучший способы формирования выборки валидации. Так как не рекомендуется одновременно применять Dropout и Batchnormalization, то объединенный вариант опробуйте с каждым методом отдельно;

- 5) проведите эксперименты;

- 6) приведите результаты в МИРО;
- 7) если результаты хуже, чем в предыдущих случаях, то проведите исследование, чтобы ответить на вопрос: "при каком сочетании параметров получаются лучшие результаты?";
- 8) приведите результаты в МИРО;
- 9) проанализируйте результаты и напишите выводы после каждого эксперимента.

Задание 6. Напишите отчет. Содержание отчета приведено в работе 4.

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва: КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>
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>
3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плец. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-

907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 6: Создание сверточной сети

Цель – приобрести умения по созданию моделей (архитектур) сверточных нейронных сетей, сформировать навыки исследования моделей сверточных нейронных сетей для получения приемлемых качественных характеристик модели СНС и необходимых при решении практических задач.

Задание

Часть 1. Первое знакомство с СНС

1. Откройте блокнот Google Colab с программой по распознаванию рукописных цифр.
2. Прогоните программу и получите результаты.
3. Если процесс обучения по эпохам идет медленно, то прервите программу. Затем выберите вкладку "Изменить", выберите опцию "Настройка блокнота". В выпадающем окне выберите аппаратный ускоритель "GPU" (графический процессор) и снова запустите программу.
4. Полученные результаты отобразите в Miro (online-доска).

Пример оформления результатов приведен в виде таблицы:

Число слоев	Число фильтров	Размер ядра	Размер окна в MaxPooling	Шаг сканирования в MaxPooling	batch_size	# эпох	На обучающей выборке		На тестовой выборке	
							loss	accuracy	val_loss	val_accuracy
...										
...										

Число параметров в таблице можете изменять (добавлять и удалять) по собственному усмотрению.

Далее ответьте на вопросы и напишите выводы по первой части. Выводы нужно написать обязательно, под представленной таблице, в вашем фрейме МИРО.

Результаты, полученные на данном шаге, будем считать эталонными и их необходимо использовать для сравнения с будущими результатами исследований модели СНС.

Часть 2. Исследование первой модели СНС

1. Создайте новую копию блокнота на диске. И в этой копии проводите исследования. Давайте исследуем параметры модели: число фильтров и размеры ядер.
2. Исследование по нахождению приемлемого числа фильтров в сверточном слое. Так как в текущей модели два сверточных слоя, то фильтры надо менять парами. Число фильтров можете задавать из последовательности: 8, 12, ..., 64, ..., 128.

Выберите три пары, скорректируйте программу и прогоните программу для каждой пары фильтров.

Зафиксируйте в таблице все промежуточные и конечные результаты и отобразите их в МИРО. Напишите выводы. Какая пара дает лучшие результаты. При сравнении всегда учитывайте результаты программы из части 1.

3. Исследование размеров ядер. На программе с лучшими результатами исследуйте размеры ядер: 5×5 , а затем 7×7 .

Зафиксируйте в таблице все промежуточные и конечные результаты и отобразите их в МИРО. Напишите выводы. Какая пара дает лучшие результаты. При сравнении всегда учитывайте результаты программы из части 1.

4. Ответьте на те контрольные вопросы, которые вы можете ответить, после проведенных исследований.

5. Параметры "Размер окна в MaxPooling" и "Шаг сканирования в MaxPooling", а также "batch_size" можете исследовать самостоятельно, я результаты исследований требовать не буду. Но вам возможно будет интересно.

Часть 3. Исследование второй модели СНС

1. Создайте новую копию блокнота на диске. И в этой копии проводите исследования по третьей части. Давайте исследуем количество используемых сверточных слоев в паре со слоями MaxPooling.

2. Исследование трех сверточных слоев с тремя слоями MaxPooling.

2.1. Добавьте в модель один сверточный слой, увеличив количество каналов, и один слой MaxPooling и прогоните программу. Отобразите результаты в МИРО в виде таблицы, напишите выводы.

2.2. Исследуйте количество (#) эпох обучения. Параметры: функция потерь "loss", метрика "accuracy" на обучающей выборке всегда соответственно убывают и возрастают, а вот параметры: "val_loss" и "val_accuracy" вначале соответственно убывают и возрастают, а начиная с некоторой эпохи val_loss начинает возрастать, а val_accuracy убывать. Это означает, что модель пошла на переобучение. Вам необходимо найти номер n этой эпохи. Тогда вы обоснованно определите сколько эпох вам необходимо для обучения $N = n - 1$.

Зафиксируйте в таблице все промежуточные и конечные результаты и отобразите их в МИРО. Напишите выводы.

2.3. Исследуйте три вида оптимизаторов Adam, SGD, Nadam (см. лекция д1.1 и поясняющая д1.2). Так как вы использовали оптимизатор Adam, то вам необходимо прогнать программу с оптимизаторами SGD (стохастический градиентный алгоритм), Nadam (Adam с нестеровским моментом).

Зафиксируйте в таблице все промежуточные и конечные результаты и отобразите их в МИРО. Напишите выводы.

2.4. Исследуйте возможность применения алгоритма Dropout (см. лекция д2). Попробуйте вставить Dropout в разные места модели, например,

до первого сверточного слоя, в следующий раз перед вторым сверточным слоем, затем перед Dense, затем после Dense. Выясните в каком месте алгоритм Dropout дает лучший результат. При этом в каждом месте нужно задавать разные значения вероятности, анализируйте три значения от 0,3 до 0,6.

Зафиксируйте в таблице все промежуточные и конечные результаты и отобразите их в МИРО. Напишите выводы.

2.5. Скомпонуйте все лучшие, на ваш взгляд, параметры модели, полученные в части

3, прогоните программу и получите результаты, запишите их в таблицу и отобразите в МИРО.

Часть 4. Сравнение моделей СНС

Самостоятельно сформируйте таблицу с обобщенными результатами. Ответьте доказательно на все контрольные вопросы, при этом используйте только собственные результаты исследования моделей СНС.

Данную часть запишите в текстовой части блокнота с программой, имеющие лучшие качественные характеристики. Ссылку на блокнот вышлите мне в ТИМСЕ или в ЛК университетской ЕОИС.

Часть 5. Сравнение моделей СНС

Напишите отчет. Структура отчета аналогична отчету из предыдущей работы.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие параметры влияют на обучение нейронной сети?
- 2) Объясните характер их влияния?
- 3) Какова максимальная точность распознавания, которую вам удалось достичь при обучении нейронной сети (с указанием топологии нейронной сети)?
- 4) Как повлияло изменение топологии нейронной сети на качество ее обучения?
- 5) Как повлияло изменение параметров запуска метода градиентного спуска на качество обучения нейронной сети?

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-

2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>

3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>

4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>

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>

3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плец. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 7: Создание рекуррентной сети: прогноз символов

Цель – приобрести умения по созданию моделей (архитектур) рекуррентных нейронных сетей, сформировать навыки исследования моделей рекуррентных нейронных сетей для получения приемлемых качественных характеристик модели СНС и необходимых при решении практических задач.

Задание

1. Подготовьте текстовый файл в качестве набора данных.
2. Откройте блокнот Google Colab по ссылке, которая записана в беседе команды в Тимс.
3. Запишите текстовый файл в блокнот.
4. Прогоните программу изменяя `inp_charsot` 3 до 7 и задавая параметр в функции `buildPhrase()`, параметр – это выбранное количество символов любого слова из текста.
5. Полученные результаты оформите в таблицу и отобразите их Мирю, оцените их и напишите вывод.
6. Прогоните программу с разными оптимизаторами.
7. Полученные результаты оформите в таблицу и отобразите их Мирю, оцените их и напишите вывод.
8. Прогоните программу с `BatchNormalization`, оцените полученные результаты и напишите вывод.
9. Прогоните программу, введя в нее все полученные вами лучшие параметры; оцените полученные результаты.
10. Напишите общий вывод.
11. Напишите отчет. Структура отчета аналогична отчету из предыдущей работы.

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных

Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>
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>
3. Лекун Я. Как учится машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плещ. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.
4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Практическая работа 8: Создание простой графовой нейронной сети

Цель – знакомство с графовыми нейронными сетями.

Задание

1. Скачайте программу создания простой графовой нейронной сети по ссылке <https://app.datacamp.com/workspace/w/4bb43f79-421f-4a6e-ba51-f972ea996db8>.
2. Используйте набор данных Planetoid – это набор данных сети цитирования от Cora, CiteSeer и PubMed. Узлы представляют собой документы с 1433-мерными векторами признаков "мешка слов", а ребра – это ссылки на цитирование между исследовательскими работами. Существует 7 классов, и необходимо научить модель прогнозировать отсутствующие метки.
3. Изучите какие библиотеки используются в программе.
4. Изучите какие методы использованы для классификации.
5. Изучите как осуществляется визуализация графов.
6. Изучите какие методы использованы для обучения сети.
7. Изучите какие методы использованы для оценки сети.
8. Результаты и выводы представьте в Мире.

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва : КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>

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>

3. Лекун Я. Как учиться машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плещ. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.

4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине
«Искусственные нейронные сети на Python»
для студентов направления подготовки
02.03.01 Математика и компьютерные науки
направленность (профиль)
«Анализ данных и искусственный интеллект»

Общие положения

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- написание докладов;

- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;

- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);

- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;

- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;

- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;

- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;

- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);

- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);

- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине **«Искусственные нейронные сети на Python»** направлена на формирование следующих **компетенций**:

ПК-7. Способен подготавливать данные и проводить аналитические работы по исследованию больших данных

1. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки «Математика и компьютерные науки».

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

2. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализу емых компете нций	Вид деятельно сти студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (акад.)		
			СРС	Контактна я работа с преподава телем	Всег о
8 семестр					
ПК-7	Самостоя тельное изучение литератур ы	Собеседование Защита реферата	28	2	30
ПК-7	Решение практичес ких задач	Конспект	28	2	30
Итого за 8 семестр			56	4	60
Итого			56	4	60

3. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

3.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект

лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи.

Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров

следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

3.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

3.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со

студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию реферата

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

Структура реферата:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты реферата:

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка реферата

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Тематика рефератов по дисциплине «Искусственные нейронные сети на Python»

1. История развития нейронных сетей: от персептрона до современных архитектур.
2. Сравнительный анализ биологических и искусственных нейронных сетей.
3. Основные парадигмы обучения нейронных сетей: обучение с учителем, без учителя, с подкреплением.
4. Функции активации: свойства, применение, влияние на обучение сети.
5. Потеря веса (Weight decay) и другие методы регуляризации в нейронных сетях.
6. Проблема переобучения и способы ее решения.
7. Многослойный персептрон (MLP): архитектура, обучение, применение.
8. Сверточные нейронные сети (CNN): архитектура, слои, особенности применения в обработке изображений.
9. Рекуррентные нейронные сети (RNN): архитектура, типы (LSTM, GRU), применение в обработке последовательностей.
10. Генеративно-состязательные сети (GAN): архитектура, обучение, применение для генерации данных.
11. Трансформеры: архитектура, механизм внимания, применение в обработке текста и других задачах.
12. Автокодировщики: архитектура, типы (Variational Autoencoder), применение для снижения размерности и генерации данных.
13. Рекурсивные нейронные сети (Recursive Neural Networks).
14. Нейронные сети в компьютерном зрении: классификация изображений, обнаружение объектов, сегментация.
15. Нейронные сети в обработке естественного языка: машинный перевод, анализ тональности, генерация текста.
16. Нейронные сети в распознавании речи: распознавание речи, синтез речи.
17. Нейронные сети в финансовом анализе: прогнозирование цен, обнаружение мошенничества.
18. Нейронные сети в медицине: диагностика заболеваний, анализ медицинских изображений.

19. Нейронные сети в робототехнике: управление роботами, планирование траекторий.
20. Нейронные сети в играх: обучение игровых агентов, создание игрового контента.
21. Нейронные сети в анализе социальных сетей: выявление трендов, анализ поведения пользователей.
22. Градиентный спуск и его разновидности: стохастический градиентный спуск (SGD), Adam, RMSprop.
23. Методы оптимизации второго порядка: L-BFGS, Hessian-free optimization.
24. Обратное распространение ошибки (Backpropagation): принцип работы, проблемы и решения.
25. Методы инициализации весов нейронных сетей.
26. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning): алгоритмы Q-Learning, SARSA, Deep Q-Network (DQN).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРС

Перечень основной литературы:

1. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; перевод А. Слинкина. - 3-е изд. - Саратов: Профобразование, 2024. - 482 с. - ISBN 978-5-4488-0046-7. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145897.html>
2. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - ISBN 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html>
3. Цуканова Н. И. Применение нейронных сетей к решению практических задач обработки изображений и структурированных данных: учебное пособие / Н. И. Цуканова. - Москва: КУРС, 2024. - 256 с. - ISBN 978-5-907535-60-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/144809.html>
4. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - 4-е изд. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 с. - ISBN 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/142272.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. 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>
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>
3. Лекун Я. Как учиться машина: революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун; перевод Е. Арсенова; под редакцией В. Скворцова, М. Плещ. - Москва: Альпина ПРО, 2021. - 335 с. - ISBN 978-5-907394-92-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131617.html>.
4. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - ISBN 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title> Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных.
- <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php> – UCI Machine learning repository. Center for Machine Learning and Intelligent Systems.
- <https://www.kaggle.com> –Your Machine Learning and Data Science Community.
- <https://Neurohive.io> сайт с новостями, туториалами, датасетами и другими материалами по теме нейронных сетей.
- <https://Ailibri.com> каталог нейросетей для различных задач, где представлены популярные модели, такие как ChatGPT, DALL-E, Midjourney и другие.
- <https://habr.com> ресурс с образовательными материалами в области нейронных сетей, а также проектами с открытым исходным кодом, связанными с нейросетями.
- <https://dtf.ru> на сайте есть подборка бесплатных курсов по нейросетям, как русских, так и зарубежных.