1. **Паспорт Образовательной программы**

**«Программирование глубоких нейронных сетей на Python»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Версия программы** | **1** |
| **Дата Версии** | 04.09.2020 |

1. **Сведения о Провайдере**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 | Провайдер | ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» |
| 1.2 | Логотип образовательной организации | E:\9_Гранты\2020_Цифровые сертификаты\Шаблоны_заполнение программ\IMG-20201013-WA0003.jpg |
| 1.3 | Провайдер ИНН | 6660003190 |
| 1.4 | Ответственный за программу ФИО | Коршунова Елена Владимировна |
| 1.5 | Ответственный должность | Начальник отдела методического сопровождения и оценки качества электронных образовательных ресурсов Центра развития онлайн-обучения УрФУ |
| 1.6 | Ответственный Телефон | 8-912-225-23-23 |
| 1.7 | Ответственный Е-mail | [e.v.korshunova@urfu.ru](mailto:e.v.korshunova@urfu.ru) |

1. **Основные Данные**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Название** | **Описание** |
| 2.1 | Название программы | Программирование глубоких нейронных сетей на Python |
| 2.2 | Ссылка на страницу программы | <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |
| 2.3 | Формат обучения | Онлайн |
|  | Подтверждение от ОО наличия возможности реализации образовательной программы с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий с возможностью передачи данных в форме элементов цифрового следа | такая возможность имеется |
| 2.4 | Уровень сложности | Базовый |
| 2.5 | Количество академических часов | **72** |
|  | Практикоориентированный характер образовательной программы: не менее 50 % трудоёмкости учебной деятельности отведено практическим занятиям и (или) выполнению практических заданий в режиме самостоятельной работы (кол-во академических часов) | 46 |
| 2.6 | Стоимость обучения одного обучающегося по образовательной программе, а также предоставление ссылок на 3 (три) аналогичные образовательные программы иных организаций, осуществляющих обучение, для оценки объективности стоимости или обоснование уникальности представленной образовательной программы в случае отсутствия аналогичных образовательных программ на рынке образовательных услуг | 25 000 руб  Стоимость по аналогичным образовательным программам:  1. DATA-SCIENCE И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ НОВИЧКОВ (базовый тариф), 30 часов, Университет ИИ, 39900 руб. <https://neural-university.ru/kurs_neural_pro>  2. Введение в нейронные сети на Python, 20 часов, Рython-school, 36000 руб. <https://python-school.ru/courses/pynn-introduction-to-neural-nets/>  3. Python для анализа данных, 33800 руб. <https://netology.ru/programs/python-for-analytics> |
| 2.7 | Минимальное количество человек на курсе | 25 |
| 2.8 | Максимальное количество человек на курсе | 750 |
| 2.9 | Данные о количестве слушателей, ранее успешно прошедших обучение по образовательной программе | 38 |
| 2.10 | Формы аттестации | Итоговое контрольное тестирование с идентификацией личности |
|  | Указание на область реализации компетенций цифровой экономики, к которой в большей степени относится образовательная программа, в соответствии с Перечнем областей | Программирование и создание ИТ-продуктов |

1. **Аннотация программы**

Программа курса направлена на приобретение слушателями компетенций в вопросах создания систем искусственного интеллекта на основе программирования глубоких нейронных сетей.

В данной программе рассматривается применение нейронных сетей для решения прикладных задач компьютерного зрения и анализа текстов.

Вы узнаете, как устроена модель искусственного нейрона и нейронной сети, а также как обучать нейронную сеть решать задачи анализа данных. Будут рассмотрены популярные в настоящее время архитектуры нейронных сетей: полносвязные, сверточные, нейронные сети с остаточными связями.

Программа реализуется исключительно в формате электронного обучения и включает большое количество практических заданий на разработку программ обучения нейронных сетей, которые Вы будете писать на Python с использованием готовых библиотек TensorFlow и Keras. Вы обучите нейронные сети распознавать модели одежды, классифицировать объекты на изображениях, предсказывать цены на дома.

Вы научитесь применять предварительно обученные нейронные сети и модифицировать их под свои прикладные задачи искусственного интеллекта, использовать бесплатную облачную платформу Google Colaboratory для обучения нейронных сетей, анализировать качество полученных моделей искусственных нейронных сетей и совершенствовать их за счет модификации архитектуры нейронной сети.

В рамках обучения по программе формируются следующие компетенции:

1. Способность разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras

2. Способность применять глубокие нейронные сети для анализа табличных данных

3. Способность применять нейронные сети для классификации изображений

По завершению программы обучающийся сможет:

- определять специфику задач, решаемых глубокими нейронными сетями, методов глубокого обучения нейронных сетей,

-самостоятельно выполнять написание кода на Python и целесообразно применять инструменты библиотек TensorFlow и Keras для решения произвольных прикладных задач;

-разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети;

- применять методы борьбы с переобучением нейронной сети;

-программировать архитектуры нейронных сетей, которые позволяют решать задачи классификации изображений и задачи регрессии на основе анализа табличных данных;

-применять существующие архитектуры нейронных сетей для классификации изображений, -анализировать результат их применения и улучшать;

- использовать открытые облачные платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей

Для успешного освоения программы обучающемуся необходимы:

- базовые знания высшей математики: производные, операции с матрицами и векторами;

-умение программировать на любом высокоуровневом языке, желательно Python.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора

по проектному обучению и

дополнительному профессиональному

образованию

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Овчинникова

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

«Программирование глубоких нейронных сетей на Python»

72 часа

Екатеринбург

2020 г.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**1.Цель программы**

Цель программы – приобретение слушателями компетенций в вопросах создания систем искусственного интеллекта

**2.Планируемые результаты обучения:**

**2.1.Знание** (осведомленность в областях)

2.1.1. устройство искусственного нейрона;

2.1.2. методы обучения искусственного нейрона и искусственной нейронной сети;

2.1.3. методы построения полносвязных нейронных сетей;

2.1.4. методы построения сверточных нейронных сетей;

2.1.5. особенности применения нейронных сетей для решения различных прикладных задач искусственного интеллекта;

2.1.6. устройство библиотек TensorFlow и Keras

**2.2. Умение** (способность к деятельности)

2.2.1. разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras;

2.2.2. использовать открытую облачную платформу Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей;

2.2.3. применять нейронные сети для классификации изображений;

2.2.4. применять нейронные сети для решения задачи регрессии для табличных данных.

2.2.5. использовать предварительно обученные нейронные сети;

2.2.6. программировать архитектуры полносвязных нейронных сетей для решения задач интеллектуального анализа изображений и решения задач регрессии;

2.2.7. программировать архитектуры сверточных нейронных сетей для решения задач интеллектуального анализа изображений;

2.2.8. программировать процесс обучения искусственных нейронных сетей;

2.2.9. анализировать качество полученных моделей искусственных нейронных сетей и совершенствовать его за счет модификации архитектуры нейронной сети.

**2.3. Навыки** (использование конкретных инструментов)

2.3.1. использование предварительно обученных нейронных сетей для решения прикладных задач искусственного интеллекта

**3.Категория слушателей** (возможно заполнение не всех полей)

* 1. Образование - техническое
  2. Квалификация -программист
  3. Владение языком программирования Python на базовом уровне
  4. Базовые знания высшей математики: производные, операции с матрицами и векторами

**4.Учебный план программы «Программирование глубоких нейронных сетей на Python»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1. | Модуль 1. Основы программирования нейронных сетей | 26 | 5 | 16 | 5 |
| 2. | Модуль 2. Обучение искусственной нейронной сети | 12 | 2 | 8 | 2 |
| 3. | Модуль 3. Нейронные сети для анализа табличных данных | 6 | 1 | 4 | 1 |
| 4. | Модуль 4. Нейронные сети для задачи анализа изображений | 27 | 4 | 18 | 5 |
|  | Итоговое контрольное тестирование (зачет) | 1 |  | 1 |  |
| **Итоговая аттестация** | |  | **Указывается вид (экзамен, зачёт, реферат и т.д.)** | | |
| Всего | | 72 | зачет | | |

**5.Календарный план-график реализации образовательной** программы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование учебных модулей** | **Трудоёмкость (час)** | **Сроки обучения** |
| **1** | Модуль 1. Основы программирования нейронных сетей | 26 | 01.11.2020 - 05.11.2020 |
| **2** | Модуль 2. Обучение искусственной нейронной сети | 12 | 06.11.2020 - 07.11.2020 |
| 3. | Модуль 3.  Нейронные сети для анализа табличных данных | 6 | 08.11.2020 |
| 4. | Модуль 4. Нейронные сети для задачи анализа изображения | 27 | 09.11.2020 - 12.11.2020 |
|  | Итоговое контрольное тестирование | 1 | 12.11.2020 - 15.11.2020 |
| **Всего:** | | 72 | 01.11.2020 - 15.11.2020 |

**6.Учебно-тематический план программы « Программирование глубоких нейронных сетей на Python »**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль / Тема** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | | **Формы контроля** |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1 | Основы программирования нейронных сетей | 26 | 5 | 16 | 5 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 1.1 | Введение в тематику искусственных нейронных сетей | 2 | 1 | 1 |  | Аналитическое задание |
| 1.2. | Модель искусственного нейрона. Общее представление об искусственной нейронной сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.3 | Библиотека для обучения нейронных сетей | 4 |  | 2 | 2 | Аналитическое задание |
| 1.4. | Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.5. | Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.6. | Анализ качества обучения нейронной сети | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 2 | Обучение искусственной нейронной сети | 12 | 2 | 8 | 2 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 2.1 | Обучение искусственного нейрона | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 2.2 | Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки | 8 | 1 | 6 | 1 | Аналитическое задание |
| 3. | Нейронные сети для анализа табличных данных | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитические задания |
| 3.1. | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 4. | Нейронные сети для задачи анализа изображений | 27 | 4 | 16 | 7 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 4.1. | Сверточные нейронные сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 4.2. | Распознавание объектов на изображении | 7 | 1 | 5 | 1 | Аналитическое задание |
| 4.3. | Предварительно обученные нейронные сети | 4 | 1 | 1 | 2 | Аналитическое задание |
| 4.4. | Перенос обучения в нейронных сетях | 12 | 1 | 8 | 3 | Аналитическое задание |
|  | Итоговая аттестация | 1 |  | 1 |  | Тест итогового контроля |
|  | Всего | 72 | 12 | 47 | 13 |  |

**7. Учебная (рабочая) программа повышения квалификации**

**«Программирование глубоких нейронных сетей на Python»**

**Модуль 1.** Основы программирования нейронных сетей **(**26 **час.)**

**Тема 1.1** Введение в тематику искусственных нейронных сетей **(**2 **час**а**)**

Понятие "глубокие нейронные сети" и их преимущества. Глубокое обучение. Задачи, решаемые глубокими нейронными сетями. Факторы, которые привели к возможности практической реализации глубоких нейронных сетей. Оборудование. Наборы данных и тесты. Алгоритмы.

**Тема 1.2** Модель искусственного нейрона.  Общее представление об искусственной нейронной сети (4 часа)

Модель искусственного нейрона. Функции активации. Функция единичного скачка. Логическая функция. Гиперболический тангенс. Классификация нейронных сетей в разрезе распространения сигнала и глубины нейронной сети

**Тема 1.3** Библиотеки для обучения нейронных сетей (4 часа)

Обучение нейронной сети: обучение с учителем; обучение без учителя; обучение с подкреплением. Библиотеки для обучения нейронной сети.

**Тема 1.4.** Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети (4 часа)

Полносвязная нейронная сеть прямого распространения. Анализ набора данных с точки зрения дальнейшего построения нейронной сети. Базовые объекты и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow. Библиотека pandas.

**Тема 1.5.** Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение (6 часов)

Метрики качества. Функции потерь и оптимизаторы обучения. Объекты, функции и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow.

**Тема 1.6.** Анализ качества обучения нейронной сети (6 часов)

Оценка реального качества модели нейронной сети и наборы данных. Переобучение. Определение переобучения и методы борьбы с ним. Параметры и гиперпараметры нейронной сети

**Модуль 2.** Обучение искусственной нейронной сети **(**12 **час.)**

**Тема 2.1.** Обучение искусственного нейрона (4 часа)

Модель искусственного нейрона. Обучение – подбор весов модели. Метод наименьших квадратов. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск

**Тема 2.2.** Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки (8 часов)

Модель искусственной нейронной сети. Обучение искусственной нейронной сети. Метод градиентного спуска. Цепное правило. Обратное распространение ошибки

**Модуль 3**. Нейронные сети для анализа табличных данных (6 часов)

**Тема 3.1.** Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии (6 часов)

Задача регрессии. Шкалирование и нормализация входных данных. Выбор метрик качества, функций ошибок и активации в зависимости от решаемой задачи

**Модуль 4.** Нейронные сети для задачи анализа изображений (27 часов)

**Тема 4.1.** Сверточные нейронные сети (4часа)

Сверточные нейронные сети. Инструменты Keras и TensorFlow, которые позволяют построить сверточную нейронную сеть

**Тема 4.2.** Распознавание объектов на изображении (7 часов)

Связь между наборами данных и архитектурой нейронной сети. Схематическое изображение архитектуры нейронной сети

**Тема 4.3.** Предварительно обученные нейронные сети (4 часа)

Преимущества использование предварительно обученных нейронных сетей. Обзор существующих предварительно обученных нейронных сетей

**Тема 4.4.** Перенос обучения в нейронных сетях (12 часов)

Перенос обучения в нейронных сетях. Тонкая настройка переноса обучения в нейронных сетях

**Описание практико-ориентированных заданий и кейсов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Номер темы/модуля** | **Наименование практического занятия** | **Описание** |
| **1.1** | Тема 1.1. Введение в тематику искусственных нейронных сетей | Анализ преимуществ глубоких нейронных сетей | Провести анализ нейронных сетей и указать их преимущества, заполнив соответствующую таблицу |
| **1.2** | Тема 1.2. Модель искусственного нейрона.  Общее представление об искусственной нейронной сети | Сравнение искусственного нейрона с настоящим нейроном. | Соотнести элементы настоящего нейрона с их аналогами в искусственном нейроне. Сопоставить функцию активации с ее математическим выражением и графиком |
| 1.3 | Тема 1.3. Библиотеки для обучения нейронных систем | Библиотеки машинного обучения и глубоких нейронных сетей | Описать специфику и содержание библиотек глубинных нейронных сетей |
| 1.4 | Тема 1.4. Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети | Определение характеристики предложенного набора данных | Указать верные утверждения, касающиеся существенных характеристик набора данных, предложенного в задании |
| 1.5 | Тема 1.5. Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение | Этапы построения и обучения нейронной сети, реализуемых с помощью библиотеки Keras | Соотнести элементы нейронной сети (а также, этапы ее построение и обучения) с функциями и методами библиотеки Keras, которые их реализуют |
| 1.6 | Тема 1.6. Анализ качества обучения нейронной сети | Характеристики набора данных в разрезе процесса обучения, составных частей и решаемых задач | Распределить характеристики набора данных в разрезе процесса обучения, составных частей и решаемых задач |
| 2.1 | Обучение искусственного нейрона | Ошибки на шаге обучения искусственного нейрона | Реализовать обучение искусственного нейрона методом стохастического градиентного спуска, |
| 2.2 | Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки | Формулы модификаций градиентного спуска | Реализовать обучение многослойной нейронной сети методом ADAM, |
| 3.1 | Тема 3.1. Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии | Характеристика метрик качества для оценки задачи регрессии и для классификации | Распределить метрики качества для оценки задачи регрессии и классификации |
| 4.1 | Сверточные нейронные сети | Построение архитектуры сверточной нейронной сети по заданным параметрам | Выбрать необходимые структурные элементы, сверточной нейронной сети и построить архитектуру по заданным параметрам |
| 4.2 | Распознавание объектов на изображении | Построение архитектуры нейронной сети LeNet-5 | Выбрать из перечня структурных блоков необходимые и построить архитектуру нейронной сети LeNet-5 |
| 4.3 | Предварительно обученные нейронные сети | Характеристика предварительно обученных нейронных сетей | Распределить верные и не верные утверждения о предварительно обученных нейронных сетях в соответствующих столбцах таблицы ответов |
| 4.4 | Перенос обучения в нейронных сетях | Описание последовательности действий при обучении нейронной сети методом переноса знаний с "тонкой" настройкой. | Выстроить алгоритм действий при обучении нейронной сети, используя метод переноса знания с "тонкой" настройкой" |

**8.Оценочные материалы по образовательной программе**

**8.1. Вопросы тестирования по модулям**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ модуля** | **Вопросы входного тестирования** | **Вопросы промежуточного тестирования** | **Вопросы итогового тестирования** |
| Введение | ПРИМЕРЫ тестовых заданий:  1. Глубока нейронная сеть - это …  2. Преимуществами глубоких нейронных сетей являются:  3. Нейронные сети решают две базовые задачи, это:  4. Активное практическое применение искусственных нейронных сетей стало возможным именно сейчас, потому что…  5. Базовые типы слоев нейронной сети  6. Типы обучения нейронной сети  7. Традиционный подход к обучению нейронных сетей требовал глубокого понимания … |  |  |
| Модуль 1 |  | ПРИМЕРЫ тестовых заданий:  1. В 2014-2016-х годах открыты более совершенные способы распространения градиента, которые помогли сделать прорыв в развитии глубокого обучения — это:  2. Успешности нейронных сетей в наше время поспособствовало создание и усовершенствование следующих алгоритмов:  3. На вход функции активации ReLU пришло число «-0,89». Функция вернет …  4. На вход функции активации Хэвисайда подано число 5. Известно, что ее смещение (bias) равно 10. Функция активации вернет…  5. Библиотека программирования нейронных сетей верхнего уровня, которая использует в качестве вычислительного back-end TensorFlow или Thean |  |
| Модуль 2 |  | 1. Обучающая выборка это:  2. В методе градиентного спуска …  3. MSE используется в задачах:  4. В методе Adadelta используется модификация градиентного спуска …  5. Гиперпараметрам нейронной сети являются |  |
| Модуль 3-4 |  | 1. Функция активации sigmoid на выходном слое используется при решении следующих задач:  2. При решении задачи регрессии вы пометите на последний слой следующее количество нейронов:  3. При решении задачи многозначной классификации вы примените …  4. Дано изображение размерностью 28х28. К нему применили слой подвыборки (2, 2). Размерность изображения теперь:  5. Дано изображение размерностью 32х32. К нему применили слой свертки с 32 ядрами свертки (5, 5). Размерность сверточного слоя будет: |  |
| Итоговое тестирование |  |  | ПРИМЕРЫ тестовых заданий:  1. Слой, который позволяет перейти от сверточной части нейронной сети к полносвязной - это:  2. Наиболее популярные библиотеки для создания искусственных нейронных сетей – это:  3. Тонкая настройка нейронной сети — это:  4. Методы градиентного спуска используют для  5. Параметры, которые передавались при компиляции при создании нейронной сети, созданной для распознавания моделей одежды  6. Формула правила производной сложной функции :  7. Активное практическое применение искусственных нейронных сетей стало возможным именно сейчас, потому что …  8. Параметры, которые передавались при компиляции при создании нейронной сети, созданной для распознавания моделей одежды  9. При загрузке данных из стандартных наборов данных Kears функция load\_data() возвращает следующие данные  10. Проверочный набор данных в Keras и TensorFlow:  11. Архитектура предварительно обученной нейронной сети VGG16: |

**8.2.**  **Описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания**

**Показатели и критерии оценивания:**

точность описания особенностей глубоких нейронных систем;

правильность указания последовательности применения инструментов глубоких нейронных сетей при решении задач интеллектуального анализа данных;

верность применения различных видов предварительно обученных нейронных сетей при решении конкретной задачи;

точность описания особенностей сверточных нейронных сетей;

грамотность самостоятельного написания кода на Python;

целесообразность применения инструментов библиотек TensorFlow и Keras при решении произвольных задач интеллектуального анализа данных;

адекватность применения существующих архитектур нейронных сетей для классификации изображений и для решения задачи регрессии;

точность оценки качества обученных моделей нейронных сетей согласно выбранным метрикам;

правильность предварительной обработки исходных данных для возможности использования их при обучении глубоких нейронных сетей.

**Шкала оценивания**

до 50 % правильных ответов - низкий уровень сформированности компетенций

от 50 % до 60 % правильных ответов – начальный уровень сформированности компетенции

от 61 % до 80 % правильных ответов – базовый уровень сформированности компетенции

от 80 % до 90 % правильных ответов – продвинутый уровень сформированности компетенции

от 90 % правильных ответов – профессиональный уровень сформированности компетенции, способен самостоятельно ставить и решать сложные профессиональные задачи

**8.3.**  **Примеры контрольных заданий по модулям или всей образовательной программе**

Контрольное задание 1

Инструкция:

1. По рисунку 1 архитектуры нейронной сети определите:

общее количество слоев нейронной сети;

количество скрытых слоев;

количество нейронов во входном слое;

количество нейронов в выходном слое;

количество нейронов в скрытом слое;

является ли нейронная сеть глубокой

Свои ответы укажите в соответствующих ячейках таблицы 1

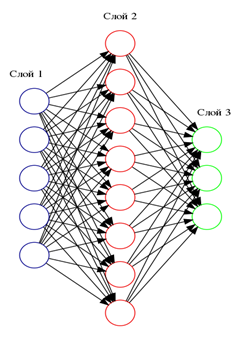


Рисунок 1. Архитектура нейронной сети

 Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| общее количество слоев нейронной сети | 3 |
| количество скрытых слоев | 1 |
| количество нейронов во входном слое | 5 |
| количество нейронов в выходном слое | 3 |
| количество нейронов в скрытом слое | 8 |
| является ли нейронная сеть глубокой | Нет |

2. По рисунку 2 архитектуры нейронной сети определите:

общее количество слоев нейронной сети;

количество скрытых слоев;

количество нейронов во входном слое;

количество нейронов в выходном слое; количество нейронов в скрытом слое;

является ли нейронная сеть глубокой?

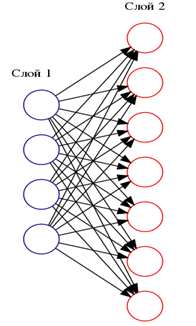


Рисунок 2. Архитектура нейронной сети

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| общее количество слоев нейронной сети | 2 |
| количество скрытых слоев | 0 |
| количество нейронов во входном слое | 4 |
| количество нейронов в выходном слое | 7 |
| количество нейронов в скрытом слое | 0 |
| является ли нейронная сеть глубокой | Нет |

3. По рисунку 3 архитектуры нейронной сети определите:

общее количество слоев нейронной сети;

количество скрытых слоев;

количество нейронов во входном слое;

количество нейронов в выходном слое; количество нейронов в скрытом слое;

является ли нейронная сеть глубокой?

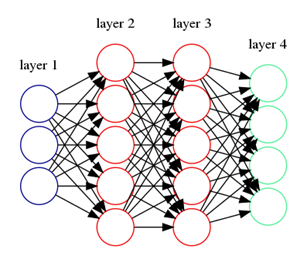


Рисунок 3. Архитектура нейронной сети

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| общее количество слоев нейронной сети | 4 |
| количество скрытых слоев | 2 |
| количество нейронов во входном слое | 3 |
| количество нейронов в выходном слое | 4 |
| количество нейронов в скрытом слое | 5 |
| является ли нейронная сеть глубокой | Да |

Контрольное задание 2

Инструкция:

Выберите верные утверждения о наборе Fashion MNIST:

Размер изображений 32х32 пикселя

Изображения цветное

Каждое изображение даст на вход нейронной сети 784 признака

Размер изображений 28х28 пикселя

Набор имеет 9 типов объектов

Изображения черно-белое

Каждое изображение даст на вход нейронной сети 1024 признаков

Набор имеет 10 типов объектов

Контрольное задание 3

Даны векторы входных данных и векторы весов нейрона.

Примените сумматорную функцию и напишите верный ответ с точностью до 1 знака после точки.

1. X = [20, 22, -20, 24, 1, -14, -2, -25, 4, 12]

w = [-1.7, 1.5, 0.4, 0.9, 0.4, 0.7, 0.9, -0.8, -0.0, 0.7]

Верный ответ: 29.8

1) -56.4

2) 30.4

3) 21.6

4) 17.9

5) -32.9

6) 29.8

2. X = [-10, -20, -21, 15, 6, -22, 17, 11, -7, 10]

w = [-0.5, 0.5, -1.7, 1.5, -1.6, 2.6, -0.4, 0.5, 2.2, -1.3]

Верный ответ: -43.3

1) -43.3

2) -21.7

3) 49.5

4) -12.3

5) -67.8

6) 34.7

Контрольное задание 4

По заданным параметрам набора данных (характеристики изображения и количество уникальных объектов в наборе изображений) определите параметры архитектуры нейронной сети.

Кодировку One Hot Encoding писать в виде стандартного листа из python: [0, 0, 1, 0]

Наименования функций активации писать без кавычек.

\*Давайте генерировать набор цветков из списка: розы, тюльпаны, одуванчики, орхидеи, ромашки, ландыши, лилии, маки, ирисы, пионы, герберы. После фразы «В наборе есть: вставляем от 3 до 10 названий цветков из данного списка».

Затем после «Размер каждого изображения» вставляем NxN, где N от 28 до 64 с шагом 2.

После «Изображения» вставляем либо черно-белые, либо цветные.

Все поля заполняются руками. Выпадающих списков нет

1. Дан набор изображений цветков. В наборе есть: розы, тюльпаны, одуванчики, орхидеи. Размер каждого изображения 32х32. Изображения черно-белые

|  |  |
| --- | --- |
| Размерность входных данных | 1024 |
| Количество нейронов выходного слоя | 4 |
| Функция активации входного слоя | relu |
| Функция активации выходного слоя | softmax |
| Кодировка первого класса выходных данных в формате One Hot Encoding | [1, 0, 0, 0] |

Контрольное задание № 5

Дана матрица изображения, ядро свертки (для сверточного слоя) Примените к изображению слой свертки. Результат запишите в виде списка списков. Значения элементов векторов вводить с точностью до 1-го знака после точки.

Пример задания:

Матрица изображения

174     61      24      114     28      156     163     254     62

242     1       76      110     85      152     51      230     190

99      221     193     191     229     254     1       220     45

128     108     33      247     225     226     127     178     58

87      240     118     40      211     222     215     113     119

50      37      76      13      194     133     251     37      182

86      76      88      131     47      140     233     143     8

17      158     129     197     223     91      210     164     165

30      226     246     50      122     34      120     173     184

Ядро свертки

-0.7    0.7     -0.4

-0.3    0.7     -0.2

-0.7    -0.2    -1.0

Пример правильного ответа:

Матрица изображения на выходе

[[-482.3  -424.9  -313.3  -560.0  -117.0  -550.6  56.9]

[-256.9  -290.1  -277.7  -470.0  -194.3  -643.8  11.5]

[-188.1  -386.3  -276.6  -329.0  -324.7  -591.0  -81.9]

[-27.3   -202.8  -239.6  -195.4  -414.4  -259.5  -361.8]

[-107.8  -263.7  -326.3  -104.9  -387.5  -209.3  -404.5]

[-202.2  -298.7  -418.5  -234.4  -490.1  -109.4  -538.8]

[-274.7  -297.9  -238.3  -129.4  -285.5  -126.0

**8.4.**  **Тесты и обучающие задачи (кейсы), иные практикориентированные формы заданий**

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Инструкция к тестовым заданиям:

Выберите один или несколько правильных вариантов ответа:

1. Глубокая нейронная сеть …

* это один из методов машинного обучения
* сеть из простых вычислительных элементов – искусственных нейронов
* полностью повторяет устройство нейронной сети человеческого головного мозга
* единственный метод создания систем искусственного интеллекта
* модель искусственного нейрона придумана на основе устройства нейрона в мозгу человека

2. Традиционный подход к обучению нейронных сетей требовал глубокого понимания …

* определенных разделов математики
* устройства нейронной сети головного мозга
* программирования
* базовых принципов обучения живых существ
* многоядерных процессоров, многопроцессорных систем, ускорителей вычислений

3. Базовые типы слоев нейронной сети:

* выходной слой
* дополнительный слой
* скрытый слой
* входной слой
* суммирующий слой
* пороговый слой

4. Активное практическое применение искусственных нейронных сетей стало возможным именно сейчас, потому что…

* разработаны базовые концепции нейронных сетей: свёрточные нейронные сети, алгоритм обратного распространения ошибки
* появились многоядерные процессоры и графические ускорители GPU
* накопилось огромное количество данных (в том числе размеченных)
* появились новые задачи, которые можно решить с помощью искусственных нейронных сетей
* придумана модель искусственного нейрона
* произошли качественные улучшения алгоритмов оптимизации обучения, функций активации

5. Сумматорная функция нейрона …

* суммирует входные значения
* суммирует выходные значения
* суммирует веса нейронной сети
* суммирует произведения входных значений на их веса

6. Верные утверждения о наборе Fashion MNIST:

* размер изображений 32х32 пикселя
* изображения цветное
* каждое изображение даст на вход нейронной сети 784 признака
* размер изображений 28х28 пикселя
* набор имеет 9 типов объектов
* изображения черно-белое
* каждое изображение даст на вход нейронной сети 1024 признаков
* набор имеет 10 типов объектов

7. Типы обучения нейронной сети:

* обучение с учителем
* обучение на правилах
* обучение по книгам
* обучение без учителя
* обучение с подкреплением
* обучение с осознанием

8. Наиболее популярные библиотеки для создания искусственных нейронных сетей – это …

* Caffe
* TensorFlow
* Theano
* PyTorch

9. Нейронные сети решают две базовые задачи, это:

* оптимизация
* классификация
* регрессия
* поиск
* систематизация

10. Верные утверждения о нейронной сети, созданной для распознавания моделей одежды:

* полносвязная нейронная сеть

в ней 1 слой

* рекуррентная нейронная сеть

выходной слой содержал 10 нейронов

* входной слой содержал 784 нейрона
* обычная нейронная сеть
* скрытый слой содержал 800 нейронов

в ней 3 слоя

* скрытый слой содержал 10 нейронов
* входной слой содержал 800 нейронов

в ней 2 слоя

* выходной слой содержал 800 нейрон

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Практическое задание 1

Инструкция:

Присоединиться к специально созданному для курса соревнованию по анализу данных на платформе Kaggle.com.

Проанализируйте данные, которые выложены на платформе.

На основе примера, рассмотренного в лекции (его реализация также размещена на платформе), программно реализуйте на языке программирования Python, с помощью библиотек TensorFlow и Keras, модель полностью связанной глубокой нейронной сети решающую задачу классификации изображений на предоставленном наборе данных.

Цель: достигнуть качества модели нейронной сети выше заданного. Пороговое значения качества модели также указано на платформе.

Результат решения – файл с проверочными ответами, который необходимо скачать с платформы Kaggle.com и загрузить для проверки на платформу курса

Практическое задание 2

Инструкция:

Присоединитесь к специально созданному для курса соревнованию по анализу данных на платформе Kaggle.com.

Проанализируйте данные, которые выложены на платформе.

Используя методы, рассмотренные в лекции, программно реализуйте на языке программирования Python, с помощью библиотек TensorFlow и Keras, мониторинг качества обученной модели, полностью связанной глубокой нейронной сети (код ее построения размещен на платформе).

Цель: найти такие гиперпараметры искусственной нейронной сети, при которых модель получает высокую обобщающую способность при решении поставленной задачи классификации изображений и не переобучается под исходные данные.

Результат решения - числовые значения указанных гиперпараметров, которые разрешено изменять в ходе решения задачи, внести в соответствующие поля таблицы на платформе курса.

Практическое задание 3

Инструкция:

Присоединитесь я к специально созданному для курса соревнованию по анализу данных на платформе Kaggle.com.

Проанализируйте данные, которые выложены на платформе.

На основе примера, рассмотренного в лекции (его реализация также размещена на платформе), программно реализуйте на языке программирования Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras модель полностью связанной глубокой нейронной сети решающую задачу регрессии на табличных данных из предоставленного набора данных.

Цель достигнуть качества модели нейронной сети выше заданного. Пороговое значения качества модели также указано на платформе.

Результат решения - файл с проверочными ответами, который необходимо скачать с платформы Kaggle.com и загрузить для проверки на платформу курса

Практическое задание 4

Инструкция:

Получите на платформе курса задание в формате: матрица входного изображения, ядро свертки.

Примените операцию свертки к заданному изображению с заданным ядром свертки

В качестве ответа верните на платформу выходное изображение после применения операции свертки.

Цель: получить выходную матрицу изображения правильного размера и с правильными значениями каждого пикселя.

Практическое задание 5

Инструкция:

Присоединитесь к специально созданному для курса соревнованию по анализу данных на платформе Kaggle.com.

Проанализируйте данные, которые выложены на платформе.

На основе примера, рассмотренного в лекции (его реализация также размещена на платформе), программно реализуйте на языке программирования Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras модель свёрточной глубокой нейронной сети решающую задачу классификации изображений на предоставленном наборе данных.

Цель: достигнуть качества модели нейронной сети выше заданного. Пороговое значения качества модели также указано на платформе.

Результат решения - файл с проверочными ответами, который необходимо скачать с платформы Kaggle.com и загрузить для проверки на платформу курса

**8.5.**  **Описание процедуры оценивания результатов обучения**

Уровень освоения учебных материалов онлайн-курса оценивается по результатам выполнения учебных заданий, контрольных работ, тестов промежуточного контроля и теста итогового контроля.

Оценивание достижения заявленных в курсе результатов обучения осуществляется, исходя из 100% выполнения всех видов оцениваемых работ.

При этом оценка выполненных учебных заданий составляет 15%, контрольных заданий - 30 %. Оценка выполнения тестовых заданий промежуточного контроля составляет - 15%, теста итогового контроля - 40% .

**9.Организационно-педагогические условия реализации программы**

**9.1. Кадровое обеспечение программы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Фамилия, имя, отчество (при наличии)** | **Место основной работы и должность, ученая степень и ученое звание (при наличии)** | **Ссылки на веб-страницы с портфолио (при наличии)** | **Фото в формате jpeg** | **Отметка о полученном согласии на обработку персональных данных** |
| **1** | Созыкин Андрей Владимирович | доцент, кандидат технических наук, проректор по развитию образовательной деятельности – УрФУ, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ИРИТ- РтФ УрФУ | <https://urfu.ru/ru/about/personal-pages/Personal/person/andrey.sozykin/>  <https://www.asozykin.ru/> | image | согласовано |
| **2** | Кошелев Антон Александрович | к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий ИнФО УрФУ | https://urfu.ru/ru/about/personal-pages/Personal/person/anton.koshelev/ | image | согласовано |
| 3 | Аксёнов Александр Сергеевич | инженер-исследователь кафедры информационных технологий систем управления ИРИТ-РТФ, УрФУ | https://www.facebook.com/profile.php?id=100015157060647 |  | согласовано |

**9.2.Учебно-методическое обеспечение и информационное сопровождение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Учебно-методические материалы** | |
| Методы, формы и технологии | Методические разработки,  материалы курса, учебная литература |
| Видеолекции, текстовые материалы, скринкасты, практикориентированные аналитические и проектные задания, расчетные задачи, контрольные задания, тесты для самоконтроля, тесты входного, промежуточного и итогового контроля, ИКТ | Материалы онлайн-курса (<https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |

|  |  |
| --- | --- |
| **Информационное сопровождение** | |
| Электронные  образовательные ресурсы | Электронные  информационные ресурсы |
|  | Шрансуа Шолле “Глубокое обучение на Python” <https://ru.pdfdrive.com/%D0%93%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BD%D0%B0-python-e184715133.html>  Николенко С. И. & Кадурин А. А. & Архангельская Е. О. “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей” <https://ru.pdfdrive.com/%D0%93%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-e187403623.html>  Гудфеллоу Я. & Бенджио И. & Курвилль А. “Глубокое обучение” <https://ru.pdfdrive.com/%D0%93%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-e191950186.html> |
|  |  |

**9.3.Материально-технические условия реализации программы**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид занятий | Наименование оборудования,  программного обеспечения |
| Самостоятельное изучение теоретического материала, представленного в видеолекциях и текстовых материалах | Персональный компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, онлайн-курс |
| Выполнение учебных, практических и контрольных заданий | Персональный компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, онлайн-курс, интерактивные рабочие тетради Jupyter Notebook, Google аккаунт |
| Выполнение тестов для самоконтроля, тестов промежуточного знаний и тестов итогового контроля | Персональный компьютер/ноутбук с выходом в Интернет, web-камера |

**III.Паспорт компетенций (Приложение 2)**

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ 1

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

"Программирование глубоких нейронных сетей на Python"

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | Способность разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/  универсальная |  | |
| общепрофессиональная |  | |
| профессиональная | + | |
| профессионально-специализированная |  | |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | Способность определять специфику задач, решаемых глубокими нейронными сетями, методов глубокого обучения нейронных сетей, самостоятельно выполнять написание кода на Python и целесообразно применять инструменты библиотек TensorFlow и Keras для решения произвольных прикладных задач, открытые облачные платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформированности компетенции  обучающегося | Индикаторы |
| Знает на уровне частичных представлений:   * задачи, решаемые глубокими нейронными сетями; * базовые понятия обучения нейронной сети; * особенности методов обучения нейронных сетей * библиотеки для обучения нейронных сетей;   Умеет:   * составлять отдельные программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети с помощью подсказок * Недостаточно сформирован навык использования открытых облачных платформ Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей | | Начальный уровень | Допускает ошибки при выборе архитектур глубоких нейронных сетей для решения прикладной задачи, при формулировании понятий обучения нейронных сетей, при указании библиотек для обучения нейронных сетей  С помощью дополнительных подсказок составляет только некоторые программы обучения глубоких нейронных сетей на Python  Демонстрирует использование малого количества возможностей открытой облачной платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей при решении прикладных задач |
| Демонстрирует достаточные знания:   * задач, решаемых глубокими нейронными сетями; * особенностей методов обучения нейронных сетей; * базовых понятий обучения нейронной сети; * библиотек для обучения нейронных сетей; * архитектур применяемых для решения конкретных прикладных задач   Способен самостоятельно осуществлять:   * разработку программ обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети   Навык:   * уверенно использует открытые облачные платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей | | Базовый уровень | определяет специфику задач, решаемых глубокими нейронными сетями;   указывает особенности методов глубокого обучения;  адекватно оперирует базовыми понятиями обучения нейронов;  описывает особенности библиотек для обучения нейронных сетей;  программирует архитектуры полносвязных нейронных сетей для решения задач интеллектуального анализа;  программирует модели       обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Kera;  пользуется открытыми облачными платформами Google Colaboratory при решении задач программирования |
| Знает:   * специфику задач, решаемых глубокими нейронными сетями, и используют эти знания в прикладных исследованиях; * особенности методов обучения нейронных сетей и методик глубокого обучения и используют эти знания в прикладных исследованиях; * свободно оперирует базовыми понятиями обучения нейронной сети при составлении программ; * библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети и использует эти знания в прикладных исследованиях и при решении прикладных задач;   Владеет:   * умениями и навыками, необходимыми для разработки программ обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети и проявляет их при решении прикладных задач повышенной сложности, уверенно используя открытые облачные платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей | | Продвинутый | При программировании глубоких нейронных сетей:  точно определяет и формулирует задачи прикладных исследований, свободно оперирует понятиями обучения нейронных сетей, использует адекватные методы и методики глубокого обучения при использовании библиотек TensorFlow и Keras  свободно программирует архитектуры полносвязных и сверточных нейронных сетей для решения задач интеллектуального анализа, составляет программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Kera с использованием облачных платформ Google Colaboratory для решения сложных прикладных задач и при проведении исследований |
| Владеет:   * навыками программирования глубоких нейронных сетей на языке Python, использует их при решении сложных профессиональных проблем, предлагает и своевременно находит новые решения профессионально значимых задач, обеспечивающих эффективность функционирования целостной системы | | Профессиональный | при проведении профессионально значимых исследований и решении профессионально значимых прикладных задач, решаемых глубокими нейронными сетями, свободно оперирует базовыми понятиями обучения нейронных сетей, использует методы и, методики глубокого обучения, знания особенностей библиотек для обучения нейронных сетей; программирует не только все стандартные архитектуры нейронных сетей, но и модифицирует их для решения более сложных прикладных задач |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Для формирования данной компетенции необходимо владеть языком программирования Python на базовом уровне | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Контрольные тесты, контрольные аналитические задания, задания по программированию искусственных нейронных сетей | |

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ 2

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

"Программирование глубоких нейронных сетей на Python"

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | Способность применять нейронные сети для классификации изображений | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/  универсальная |  | |
| общепрофессиональная |  | |
| профессиональная | + | |
| профессионально-специализированная |  | |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | Способность программировать архитектуры нейронных сетей, которые позволяют решать задачи классификации изображений | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформированности компетенции  обучающегося | Индикаторы |
| Знает на уровне частичных представлений:   * о сверточных нейронных сетях и об архитектуре сверточной сети LeNet-5; * алгоритма обучения нейронные сетей методом переноса знаний; * отдельных подходов к «тонкой» настройке процесса обучения при использовании метода переноса знаний   С помощью подсказок проявляет частичное умение:  применять существующие архитектуры нейронных сетей для классификации изображений;   * не готов анализировать результаты их применения   Недостаточно сформирован навык:   * применения методов борьбы с переобучением нейронной сети | | Начальный уровень | С ошибками:  воспроизводит знания о сверточных нейронных сетях, описывает архитектуру нейронной сети LeNet-5;  характеризует особенности сверточных нейронных сетей;  воспроизводит алгоритм обучения методом переноса знаний;  указывает подходы к “тонкой” настройке процесса обучения;  Не готов самостоятельно программировать архитектуру нейронных сетей для классификации изображений и делать выводы о направлении улучшений их применения  Не готов описывать основные шаги, связанные с применением методов борьбы с переобучением нейронной сети |
| Демонстрирует достаточные знания:   * сверточных нейронных сетей; * архитектуры сверточной сети LeNet-5; * алгоритма обучения методом переноса знаний; * подходов к «тонкой» настройке процесса обучения;   Способен уверенно:   * применять существующие архитектуры нейронных сетей для классификации изображений; * анализировать результат их применения и улучшать его.   Уверенно использует:   * методы  борьбы с переобучением нейронной сети. | | Базовый уровень | Свободно описывает архитектуру нейронной сети  LeNet-5;  особенности сверточных нейронных сетей для задачи классификации  алгоритм обучения методом переноса знаний;  подходы к “тонкой” настройке процесса обучения;  программирует архитектуру сверточной нейронной сети для задачи классификации изображений  делает выводы о направлениях их улучшения на основе анализа;  выделяет и описывает  основные шаги при использовании методов борьбы с переобучением нейронной сети |
| Использует в прикладных исследованиях и при решении прикладных задач повышенной сложности знание:   * сверточных нейронных сетей; * архитектуры сверточной сети LeNet-5; * алгоритма обучения методом переноса знаний; * подходов к «тонкой» настройке процесса обучения;   Владеет:   * умениями применения существующих архитектуры нейронных сетей для классификации изображений, анализа результатов их применения и улучшения глубоких нейронных сетей * навыками использования методов борьбы с переобучением нейронной сети при решении сложных и проблемных задач | | Продвинутый | На основании знаний архитектуры нейронной сети LeNet-5; особенностей сверточных нейронных сетей, алгоритма обучения методом переноса знаний, разных подходы к “тонкой” настройке процесса обучения решает прикладные задачи повышенной сложности  При решении задач классификации повышенной сложности свободно программирует архитектуру сверточной нейронной сети, архитектуру нейронной сети LeNet-5, архитектуры, основанные на современных подходах остаточных связей и раздельных сверток и определяет направления их улучшения  Находит грамотные решения сложных и проблемных задач на основе использования различных современных архитектур нейронных сетей и их модификаций, а также методов борьбы с переобучением нейронной сети |
| Владеет :   * навыками применения существующих архитектуры нейронных сетей для классификации изображений, анализа результатов их применения и улучшения, * предлагает и своевременно находит новые решения профессионально значимых задач, требующих высокого уровня квалификации в данных вопросах | | Профессиональный  (Владеет сложными навыками, создает новые решения для сложных проблем со многими взаимодействующими факторами, предлагает новые идеи и процессы, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.) | Предлагает новые идеи и находит нестандартные решения исследовательских и прикладных задач, связанных с применением архитектуры нейронных сетей для классификации изображений |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Для формирования данной компетенции необходимо владеть языком программирования Python на базовом уровне, | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Контрольные тесты, контрольные аналитические задания, задания по программированию искусственных нейронных сетей, для решения задач классификации изображений | |

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ 3

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

"Программирование глубоких нейронных сетей на Python"

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | Способность применять глубокие нейронные сети для анализа табличных данных | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/  универсальная |  | |
| общепрофессиональная |  | |
| профессиональная | + | |
| профессионально-специализированная |  | |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | Способность программировать архитектуры нейронных сетей, которые позволяют решать задачи регрессии на основе анализа табличных данных | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформирован ности компетенции  обучающегося | Индикаторы |
| Знает на уровне частичных представлений:   * функции ошибок и метрик при решения разных задач; * специфику задачи регрессии; * особенности нормализации входных табличных данных   С помощью подсказок проявляет частичное умение:   * применять нейронные сети для анализа табличных данных; * определять архитектуру нейронных сетей для решения задачи регрессии   Недостаточно сформирован навык:   * оценки и решения задачи регрессии и классификации на основе знания метрик качества | | Начальный уровень | Допускает ошибки при воспроизведении и описании:  функций ошибок и метрик при решении разных задач;  специфики задач регрессии;  особенностей нормализации входных табличных данных  Не готов самостоятельно:  анализировать и выбирать оценки качества для задач регрессии и классификации  строить архитектуру нейронной сети для решения прикладной задачи  Не готов применять знания метрик качества при решении задач регрессии |
| Демонстрирует достаточные знания:   * функций ошибок и метрик для решения разных задач; * специфики задачи регрессии * особенностей нормализации входных табличных данных   Способен уверенно:   * применять нейронные сети для анализа табличных данных; * решать задачу регрессии с помощью глубоких нейронных сетей; * применять существующие архитектуры нейронных сетей для решения задачи регрессии   Уверенно использует:   * знание метрик качества для оценки и решения задачи регрессии и классификации | | Базовый уровень | Свободно перечисляет функции ошибок и метрик,  использует эти знания при решении задач регрессии; описывает специфические особенности задач регрессии;  указывает действия/шаги для осуществления нормализации входных табличных данных  распределяет метрики качества для оценки задачи регрессии и классификации  строит архитектуру нейронной сети для задачи регрессии по заданному набору данных;  решает задачи регрессии с помощью глубоких нейронных сетей и способен оценить результат на основе подходящей метрики качества |
| Использует в прикладных исследованиях и при решении прикладных задач повышенной сложности знание:   * функций ошибок и метрик для решения разных задач; * специфики задачи регрессии * особенностей нормализации входных табличных данных.   Владеет:   * умениями применять существующие архитектуры нейронных сетей для анализа табличных данных и решать задачу регрессии с помощью глубоких нейронных сетей   Владеет:   * навыками решения сложных задач регрессии и классификации на основе применения архитектуры нейронных сетей для анализа табличных данных | | Продвинутый | На основании знания специфики задачи регрессии, функций ошибок и метрик свободно и творчески решает сложные задачи  При решении задач регрессии свободно программирует архитектуры нейронной сети и модифицирует их учитывая результат оценки качества модели нейронной сети  Находит грамотные решения сложных и проблемных задач на основе применения нейронных сетей для анализа табличных данных |
| Владеет:   * навыками применения существующих архитектуры нейронных сетей для анализа табличных данных, анализа результатов их применения и улучшения, * предлагает и своевременно находит новые решения профессионально значимых задач, требующих высокого уровня квалификации в данных вопросах. | | Профессиональный | Предлагает новые идеи и находит нестандартные решения исследовательских и прикладных задач, связанных с применением архитектуры нейронных сетей для анализа табличных данных и решения задачи регрессии |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Для формирования данной компетенции необходимо владеть языком программирования Python на базовом уровне, | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Контрольные тесты, контрольные аналитические задания, задания по программированию искусственных нейронных сетей, для решения задач классификации изображений | |

**VI.Иная информация о качестве и востребованности образовательной программы** (результаты профессионально-общественной аккредитации образовательной программы, включение в системы рейтингования, призовые места по результатам проведения конкурсов образовательных программ и др.)

Программа создана в рамках федерального проекта "Кадры для цифровой экономики" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации", мероприятие: создание и функционирование сети международных научно-методических центров для распространения лучших международных практик подготовки, переподготовки и стажировки продвинутых кадров цифровой экономики в областях математики, информатики, технологий.

**V.Рекомендаций к программе от работодателей:**

- ООО «ДАТАДАТА», г.Екатеринбург

- ООО «Ресурс-технология» , г. Екатеринбург

- АО «Окенит», г. Санкт-Петербург

**VI.Указание на возможные сценарии профессиональной траектории граждан по итогам освоения образовательной программы (в соответствии с приложением)**

Развитие компетенций в текущей сфере занятости

**VII.Дополнительная информация**

|  |  |
| --- | --- |
| Цели получения персонального цифрового сертификата | |
| текущий статус | цель |
| Без статуса | развитие профессиональных качеств для получения профессиональной квалификации Junior-специалист в области Data Science |
| Junior-специалист | ML-инженер. Программа позволит глубоко погрузиться в теорию и практику работы с нейросетями на основе наиболее современных архитектур. |
| Менеджеры по развитию IT продуктов | Руководители IT продуктов (в части BI)  Программа позволит вам глубже разобраться в трендах и технологиях глубокого обучения, а также понять, как deep learning помогает принимать решения и монетизировать ваш продукт. |

**VIII.Приложенные Скан-копии**

В Приложении

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

**УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора

по проектному обучению и

дополнительному профессиональному

образованию

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Овчинникова

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.

Дополнительная профессиональная программа

повышения квалификации

**«Программирование глубоких нейронных сетей на Python»**

Программа утверждена на заседании ОМО ДПО

Протокол №5 от 04.09.2020 год

Программа согласована с ОМО ДПО УрФУ

Начальник ОМО ДПО УрФУ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/В.Г. Вятчина

**Екатеринбург**

**2020 г.**

**1. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ**

Нормативную правовую основу разработки программы составляют:

* Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
* Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»;
* Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификаций в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
* Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

**2. ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ -**

Целью программы является приобретение слушателями компетенций в вопросах создания систем искусственного интеллекта.

**3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДГОТОВКИ ПО ПРОГРАММЕ**

3.1. Категория обучающихся, на которых рассчитана программа: специалисты в области разработки IT продуктов, технологий и интегрируемого программного обеспечения.

3.2. Базовый уровень образования обучающихся: высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура; среднее профессиональное образование.

3.3. Нормативный срок освоения программы *–72 часов (2з.е.).*

3.4. Режим обучения *–6-8 часов в день*

3.5*.* Форма реализации *–* онлайн

3.6. Выдаваемый документ – удостоверение о повышении квалификации.

**4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Обучающийся, освоивший программу, должен обладать **профессиональными компетенциями**, включающими в себя способность:

ПК 1) Способность разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras ;

ПК 2) Способность применять нейронные сети для классификации изображений;

ПК 3) Способность применять глубокие нейронные сети для анализа табличных данных.

**5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Модуль / Тема | Всего, час | Виды учебных занятий | | | Формы контроля |
| лекции | практические занятия | самостоятельная работа |  |
| 1 | Основы программирования нейронных сетей | 26 | 5 | 16 | 5 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 1.1 | Введение в тематику искусственных нейронных сетей | 2 | 1 | 1 |  | Аналитическое задание |
| 1.2. | Модель искусственного нейрона. Общее представление об искусственной нейронной сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.3 | Библиотека для обучения нейронных сетей | 4 |  | 2 | 2 | Аналитическое задание |
| 1.4. | Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.5. | Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 1.6. | Анализ качества обучения нейронной сети | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 2 | Обучение искусственной нейронной сети | 12 | 2 | 8 | 2 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 2.1 | Обучение искусственного нейрона | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 2.2 | Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки | 8 | 1 | 6 | 1 | Аналитическое задание |
| 3. | Нейронные сети для анализа табличных данных | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитические задания |
| 3.1. | Применение нейронных сетей для решения задачи регрессии | 6 | 1 | 4 | 1 | Аналитическое задание |
| 4. | Нейронные сети для задачи анализа изображений | 27 | 4 | 16 | 7 | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| 4.1. | Сверточные нейронные сети | 4 | 1 | 2 | 1 | Аналитическое задание |
| 4.2. | Распознавание объектов на изображении | 7 | 1 | 5 | 1 | Аналитическое задание |
| 4.3. | Предварительно обученные нейронные сети | 4 | 1 | 1 | 2 | Аналитическое задание |
| 4.4. | Перенос обучения в нейронных сетях | 12 | 1 | 8 | 3 | Аналитическое задание |
|  | **Итоговая аттестация** | 1 |  | 1 |  | Тест итогового контроля |
|  | **Всего** | 72 | 12 | 47 | 13 |  |

**6. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| **Характеристика структуры обучения** | **Содержание обучения,**  **а также тематика практических занятий (семинаров, лабораторных занятий), самостоятельной работы, описание применяемых образовательных технологий и рекомендуемых методических материалов, Интернет-ресурсов** |
| **МОДУЛЬ 1. «Основы программирования нейронных сетей»** | |
| Тема 1. Введение в тематику искусственных нейронных сетей | Понятие "глубокие нейронные сети" и их преимущества. Глубокое обучение. Задачи, решаемые глубокими нейронными сетями. Факторы, которые привели к возможности практической реализации глубоких нейронных сетей. Оборудование. Наборы данных и тесты. Алгоритмы. |
| Тема 2. Модель искусственного нейрона. Общее представление об искусственной нейронной сети | Модель искусственного нейрона. Функции активации. Функция единичного скачка. Логическая функция. Гиперболический тангенс. Классификация нейронных сетей в разрезе распространения сигнала и глубины нейронной сети. |
| Тема 3. Библиотеки для обучения нейронных сетей | Обучение нейронной сети: обучение с учителем; обучение без учителя; обучение с подкреплением. Библиотеки для обучения нейронной сети. |
| Тема 4. Распознавание предметов одежды. Обзор набора данных и выбор архитектуры нейронной сети | Полносвязная нейронная сеть прямого распространения. Анализ набора данных с точки зрения дальнейшего построения нейронной сети. Базовые объекты и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow. Библиотека pandas. |
| Тема 5. Распознавание предметов одежды. Построение архитектуры нейронной сети и ее обучение | Метрики качества. Функции потерь и оптимизаторы обучения. Объекты, функции и параметры объектов глубоких нейронных сетей в TensorFlow. |
| Тема 6. Анализ качества обучения нейронной сети | Анализ качества обучения нейронной сети (6 часов)  Оценка реального качества модели нейронной сети и наборы данных. Переобучение. Определение переобучения и методы борьбы с ним. Параметры и гиперпараметры нейронной сети. |
| **В том числе:** | |
| Практические занятия | Анализ преимуществ глубоких нейронных сетей. |
| Сравнение искусственного нейрона с настоящим нейроном. |
| Библиотеки машинного обучения и глубоких нейронных сетей |
| Определение характеристики предложенного набора данных |
| Этапы построения и обучения нейронной сети, реализуемых с помощью библиотеки Keras |
| Характеристики набора данных в разрезе процесса обучения, составных частей и решаемых задач |
| Применяемые образовательные технологии | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |
| Рекомендуемые методические материалы, Интернет-ресурсы | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020>  Электронные информационные ресурсы:   1. Шрансуа Шолле “Глубокое обучение на Python” 2. Николенко С. И. & Кадурин А. А. & Архангельская Е. О. “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей” 3. Гудфеллоу Я. & Бенджио И. & Курвилль А. “Глубокое обучение” |
| **Модуль 2**. **«**Обучение искусственной нейронной сети**»** | |
| Тема 1. Обучение искусственного нейрона | Модель искусственного нейрона. Обучение – подбор весов модели. Метод наименьших квадратов. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск |
| Тема 2. Обучение искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки | Модель искусственной нейронной сети. Обучение искусственной нейронной сети. Метод градиентного спуска. Цепное правило. Обратное распространение ошибки |
| **В том числе:** | |
| Практические занятия (семинары, лабораторные занятия) | Ошибки на шаге обучения искусственного нейрона |
| Формулы модификаций градиентного спуска |
| Применяемые образовательные технологии | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |
| Рекомендуемые методические материалы, Интернет-ресурсы | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020>  Электронные информационные ресурсы:   1. Шрансуа Шолле “Глубокое обучение на Python” 2. Николенко С. И. & Кадурин А. А. & Архангельская Е. О. “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей” 3. Гудфеллоу Я. & Бенджио И. & Курвилль А. “Глубокое обучение” |
| **Модуль 3. «Нейронные сети для анализа табличных данных»** | |
| Тема 1. Сверточные нейронные сети | Сверточные нейронные сети. Инструменты Keras и TensorFlow, которые позволяют построить сверточную нейронную сеть |
| Тема 2. Распознавание объектов на изображении | Связь между наборами данных и архитектурой нейронной сети. Схематическое изображение архитектуры нейронной сети |
| Тема 3. Предварительно обученные нейронные сети | Преимущества использование предварительно обученных нейронных сетей. Обзор существующих предварительно обученных нейронных сетей |
| Тема 4. Перенос обучения в нейронных сетя | Перенос обучения в нейронных сетях. Тонкая настройка переноса обучения в нейронных сетях |
| **В том числе:** | |
| Практические занятия (семинары, лабораторные занятия) | Характеристика метрик качества для оценки задачи регрессии и для классификации |
| Применяемые образовательные технологии | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |
| Рекомендуемые методические материалы, Интернет-ресурсы | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020>  Электронные информационные ресурсы:   1. Шрансуа Шолле “Глубокое обучение на Python” 2. Николенко С. И. & Кадурин А. А. & Архангельская Е. О. “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей” 3. Гудфеллоу Я. & Бенджио И. & Курвилль А. “Глубокое обучение” |
| **Модуль 4. «Нейронные сети для задачи анализа изображений»** | |
| Тема 1. Сверточные нейронные сети | Сверточные нейронные сети. Инструменты Keras и TensorFlow, которые позволяют построить сверточную нейронную сеть |
| Тема 2. Распознавание объектов на изображении | Связь между наборами данных и архитектурой нейронной сети. Схематическое изображение архитектуры нейронной сети |
| Тема 3. Предварительно обученные нейронные сети | Преимущества использование предварительно обученных нейронных сетей. Обзор существующих предварительно обученных нейронных сетей |
| Тема 4. Перенос обучения в нейронных сетя | Перенос обучения в нейронных сетях. Тонкая настройка переноса обучения в нейронных сетях |
| **В том числе:** | |
| Практические занятия (семинары, лабораторные занятия) | Построение архитектуры сверточной нейронной сети по заданным параметрам |
| Построение архитектуры нейронной сети LeNet-5 |
| Характеристика предварительно обученных нейронных сетей |
| Описание последовательности действий при обучении нейронной сети методом переноса знаний с "тонкой" настройкой. |
| Применяемые образовательные технологии | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020> |
| Рекомендуемые методические материалы, Интернет-ресурсы | Электронный курс «Программирование глубоких нейронных сетей на Python» <https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+PYDNN+PDC2020>  Электронные информационные ресурсы:   1. Шрансуа Шолле “Глубокое обучение на Python” 2. Николенко С. И. & Кадурин А. А. & Архангельская Е. О. “Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей” 3. Гудфеллоу Я. & Бенджио И. & Курвилль А. “Глубокое обучение” |

7. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

7.1. Система контроля и оценивания

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Результаты**  **(освоенные компетенции)** | **Основные показатели оценки результата** | **Формы и методы контроля** |
| ПК 1) Способность разрабатывать программы обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras; | Демонстрирует достаточные знания:  • задач, решаемых глубокими нейронными сетями;  • особенностей методов обучения нейронных сетей;  • базовых понятий обучения нейронной сети;  • библиотек для обучения нейронных сетей;  • архитектур применяемых для решения конкретных прикладных задач  Способен самостоятельно осуществлять:  • разработку программ обучения глубоких нейронных сетей на Python с помощью библиотек TensorFlow и Keras для обучения нейронной сети  Навык:  • уверенно использует открытые облачные платформы Google Colaboratory для обучения глубоких нейронных сетей | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| ПК 2) Способность применять нейронные сети для классификации изображений | Демонстрирует достаточные знания:   * сверточных нейронных сетей; * архитектуры сверточной сети LeNet-5; * алгоритма обучения методом переноса знаний; * подходов к «тонкой» настройке процесса обучения;   Способен уверенно:   * применять существующие архитектуры нейронных сетей для классификации изображений; * анализировать результат их применения и улучшать его.   Уверенно использует:   * методы  борьбы с переобучением нейронной сети. | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |
| ПК 3) Способность применять глубокие нейронные сети для анализа табличных данных | Демонстрирует достаточные знания:   * функций ошибок и метрик для решения разных задач; * специфики задачи регрессии; * особенностей нормализации входных табличных данных;   Способен уверенно:   * применять нейронные сети для анализа табличных данных; * решать задачу регрессии с помощью глубоких нейронных сетей; * применять существующие архитектуры нейронных сетей для решения задачи регрессии;   Уверенно использует:   * знание метрик качества для оценки и решения задачи регрессии и классификации. | Аналитические задания  Тест промежуточного контроля |

7.2. Форма итоговой аттестации – зачет в тестовой форме.

7.3. Примерные задания для итоговой аттестации (темы итоговых работ)

**Примеры тестовых заданий**

1. Глубокая нейронная сеть …

* это один из методов машинного обучения
* сеть из простых вычислительных элементов – искусственных нейронов
* полностью повторяет устройство нейронной сети человеческого головного мозга
* единственный метод создания систем искусственного интеллекта
* модель искусственного нейрона придумана на основе устройства нейрона в мозгу человека

2. Традиционный подход к обучению нейронных сетей требовал глубокого понимания …

* определенных разделов математики
* устройства нейронной сети головного мозга
* программирования
* базовых принципов обучения живых существ
* многоядерных процессоров, многопроцессорных систем, ускорителей вычислений

3. Базовые типы слоев нейронной сети:

* выходной слой
* дополнительный слой
* скрытый слой
* входной слой
* суммирующий слой
* пороговый слой

4. Активное практическое применение искусственных нейронных сетей стало возможным именно сейчас, потому что…

* разработаны базовые концепции нейронных сетей: свёрточные нейронные сети, алгоритм обратного распространения ошибки
* появились многоядерные процессоры и графические ускорители GPU
* накопилось огромное количество данных (в том числе размеченных)
* появились новые задачи, которые можно решить с помощью искусственных нейронных сетей
* придумана модель искусственного нейрона
* произошли качественные улучшения алгоритмов оптимизации обучения, функций активации

5. Сумматорная функция нейрона …

* суммирует входные значения
* суммирует выходные значения
* суммирует веса нейронной сети
* суммирует произведения входных значений на их веса

6. Верные утверждения о наборе Fashion MNIST:

* размер изображений 32х32 пикселя
* изображения цветное
* каждое изображение даст на вход нейронной сети 784 признака
* размер изображений 28х28 пикселя
* набор имеет 9 типов объектов
* изображения черно-белое
* каждое изображение даст на вход нейронной сети 1024 признаков
* набор имеет 10 типов объектов

7. Типы обучения нейронной сети:

* обучение с учителем
* обучение на правилах
* обучение по книгам
* обучение без учителя
* обучение с подкреплением
* обучение с осознанием

8. Наиболее популярные библиотеки для создания искусственных нейронных сетей – это …

* Caffe
* TensorFlow
* Theano
* PyTorch

9. Нейронные сети решают две базовые задачи, это:

* оптимизация
* классификация
* регрессия
* поиск
* систематизация

8. СОСТАВ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

участвующих в реализации программы «Имитационное моделирование организации производственных процессов промышленных предприятий»

Таблица 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **ФИО** | **Место работы, должность, ученое звание** | **Модули/темы** |
|  | Созыкин Андрей Владимирович | доцент, кандидат технических наук, проректор по развитию образовательной деятельности – УрФУ, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ИРИТ- РтФ УрФУ | Модуль 1-4 |
|  | Кошелев Антон Александрович | к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий ИнФО УрФУ | Модуль 1-4 |
|  | Аксёнов Александр Сергеевич | инженер-исследователь кафедры информационных технологий систем управления ИРИТ-РТФ, УрФУ | Модуль 1-4 |