**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Уральский федеральный университет**

**имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В. ДВ.13.01.01 Компьютерное зрение**

**по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия**

**направленности (профилю) программы**

**«Инженерия цифровых сервисов и программных продуктов»**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **форма обучения:** | **очная** |
| **год приема:** | **2022** |

**РАЗРАБОТЧИКИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Доцент | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Папуловская Наталья Владимировна |
| Доцент | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ронкин Михаил  Владимирович |

**СОГЛАСОВАНО:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Руководитель рабочей группы** | **Проректор по развитию магистратуры** | **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | **Андрейченко Наталья Владимировна** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**1. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины: формирование компетенций в области разработки систем компьютерного зрения и подготовка студентов для профессиональной деятельности в области автоматизации распознавания образов и построения нейронных сетей.

Задачи дисциплины:

1. Сформировать у студентов способность разрабатывать программное обеспечение, связанное с обработкой и распознаванием изображений и видео.

Особенности реализации дисциплины: реализуется на русском языке.

Практические занятия могут быть выполнены как на персональных вычислительных машинах, так и в интерактивных онлайн средах разработки на языке Python, например <https://colab.research.google.com/>.

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)** | **Результаты обучения по дисциплине** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** |
| 1 | ПК-10 – Способен создавать прикладные информационные системы с использованием методов машинного обучения и интеллектуальной обработки данных | ПК-10.1  Знает модели и средства представления знаний, синтаксис и семантику основных языков искусственного интеллекта, и приемы программирования на них, подходы к постановке и решению задач в сфере интеллектуальных систем, алгоритмы машинного обучения с учителем и без, основы программирования таких систем. | З-1. Знает основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения.  З-2. Знает основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python.  З-3. Знает основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. |
| ПК-10.2  Умеет выбирать оптимальные современные методы и инструментальные средства проектирования и разработки прикладных информационных систем с использованием методов машинного обучения и интеллектуальной обработки данных. | У-1. Умеет выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения.  У-2. Умеет выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных. |
| ПК-10.3  Имеет навыки приобретения, структурирования и формализации знаний, а также использования машинного обучения и других интеллектуальных методов для решения задач профессиональной деятельности. | П-1. Владеет опытом применения сверточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. |

**3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Компьютерное зрение» входит в профессиональный образовательный модуль «Машинное обучение и его приложения», относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений

и является дисциплиной модуля по выбору студента

.

Предшествующие дисциплины: Программирование, Технологии программирования, Дополнительные главы математики, Теория вероятностей и математическая статистика, Анализ данных и искусственный интеллект.

Компетенции, знания и умения, приобретаемые обучающимися после изучения дисциплины, будут использоваться ими в ходе прохождения производственной технологической и преддипломной практик, в процессе выполнения выпускной квалификационной работы и осуществления профессиональной деятельности.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объем дисциплины по видам учебной работы по очной форме обучения:

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Курс | Семестр | Общий объем дисциплины, час. | | Контактная работа (аудиторная и внеаудиторная), час. | Самостоятельная работа, час. | Промежуточная аттестация, час. | Форма промежуточной аттестации |
| Всего | В том числе в форме практической подготовки |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** |
| 4 | 7 | 108 |  | 51 | 57 |  | зачет |
| Всего по дисциплине, час. | | 108 |  | 51 | 57 |  |  |

Объем дисциплины по видам учебных занятий и самостоятельной работы по очной форме обучения:

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Вид учебной работы, формы учебных занятий | Всего, час. | Семестр |
| 7 |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** |
| **1** | **Контактная работа (аудиторная), всего часов, в том числе:** | **51** | **51** |
| 2 | **лекции** | **17** | **17** |
| 3 | **занятия семинарского типа, всего часов, в том числе:** | **34** | **34** |
| 4 | практические занятия, семинары, практикумы |  |  |
| 5 | коллоквиумы |  |  |
| 6 | лабораторные работы, лабораторные практикумы | 34 | 34 |
| 7 | другие формы аудиторных занятий |  |  |
| 8 | **другие виды контактной (аудиторной) работы:** |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| **11** | **Контактная работа (внеаудиторная), всего часов** |  |  |
| **12** | **Самостоятельная работа обучающихся, всего часов, в том числе:** | **57** | **57** |
| 13 | изучение теоретического материала, подготовка к занятиям | 23 | 23 |
| 14 | выполнение домашних заданий (РГР, решение задач, реферат, эссе и другое) | 30 | 30 |
| 15 | выполнение курсовой работы/курсовое проектирование |  |  |
| 16 | подготовка к промежуточной аттестации | 4 | 4 |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Структура дисциплины и объем тематических разделов по видам учебных занятий, индикаторы достижения формируемых компетенций, соотнесенные с разделами дисциплины:

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ раздела** | **Наименование раздела дисциплины** | **Очная форма обучения** | | | | **Код ИДК** |
| **Лекции,**  **час.** | **Занятия семинарского типа, час.** | | **СРС, час.** |
| **Семинары, практические занятия и др.** | **Лабораторные работы, лабораторные практикумы** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** |
| 1 | Введение в системы компьютерного зрения | 4 |  | 6 | 8 | ПК-10.1 |
| 2 | Методы глубокого обучения | 4 |  | 8 | 16 | ПК-10.2 |
| 3 | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | 9 |  | 20 | 29 | ПК-10.3 |
| 1-3 | Подготовка к промежуточной аттестации | 0 |  | 0 | 4 |  |
|  | Итого: | 17 |  | 34 | 57 |  |

Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Лекционные занятия:

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Тема лекции. Краткое содержание | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** |
| 1 | Введение в системы компьютерного зрения | Современные подходы к задачам компьютерного зрения. Рассматриваются:   * задачи компьютерного зрения; * особенности представление изображения в цифровом виде; * базовые принципы цифровой обработки изображений; * некоторые основные операции классической цифровой обработки изображений, в том числе операция свертка. | Не предусмотрено | 2 |
| Особенности искусственных нейронных сетей в задачах компьютерного зрения   * особенности понятия признак в применении к изображениям. * особенности классических подходов к решению задач компьютерного зрения; * понятия: нейронные сети и глубокие нейронные сети и их виды; * понятие сверточная нейронная сеть (слой свертки, полносвязаной слой). | Не предусмотрено | 2 |
| 2 | Методы глубокого обучения | Особенности обучения нейронных сетей. Часть 1.   * описание сверточной нейронной сети LeNet; * метод обратного распространения ошибки; * стохастический градиентный спуск и его виды; * проблемы обучения методом обратного распространения ошибки;   обзор функций активации;   * инициализация весовых параметров нейронных сетей. | Не предусмотрено | 2 |
| Особенности обучения нейронных сетей. Часть 2.   * Модификации сверточных слоев. * Остаточные связи. * Методы регуляризации. | Не предусмотрено | 2 |
| 3 | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | Особенности задачи классификации изображений.  -современные сверточные нейронные сети.  -Сети для мобильных устройств.  -Автоматический поиск архитектур. | Не предусмотрено | 2 |
| Особенности задач семантической сегментации и сводящихся к ним задач  - особенности задачи сегментации как задачи глубокого обучения нейронных сетей.  - первые глубокие архитектуры.  - архитектуры типа энкодер-декодер.  - архитектуры с расширенной сверткой. | Не предусмотрено | 2 |
| Особенности задач поиска и выделения объектов и сводящихся к ним задач.  - особенности задачи сегментации как задачи глубокого обучения нейронных сетей.  - первые глубокие архитектуры.  - многоэтапные архитектуры.  - одноэтапные и быстрые архитектуры. | Не предусмотрено | 2 |
| Обзор задачи генерирования изображений, кодирования и сводящиеся к ним, другие задачи компьютерного зрения и методы их решения при помощи глубоких нейронных сетей.  - задача генерации изображений.  - некоторые не рассмотренные задачи компьютерного зрения.  - тренды в компьютерном зрении. | Не предусмотрено | 3 |
| Итого: | | | | 17 |

Занятия семинарского типа

Семинары, практические занятия, коллоквиумы и другие формы занятий:

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Тема занятия. Краткое содержание | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. | В т.ч. в форме практической подготовки |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
|  |  |  |  |  |  |
|  | | | |  |  |

Лабораторные занятия:

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Тема занятия. Наименование лабораторной работы (лабораторного практикума) | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. | В т.ч. в форме практической подготовки |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
| 1 | Введение в системы компьютерного зрения | Лабораторная работа “Инструменты работы с нейронным сетями“. Изучаются инструменты работы с изображениями в языке программирования Python. | <https://colab.research.google.com/> | 6 |  |
| 2 | Методы глубокого обучения | Лабораторная работа “PyTorch“. Изучаются инструмент обучения глубоких нейронных сетей PyTorch | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| Лабораторная работа “Исследование сверточных слоев и методов работы с ними”. Изучаются реализации простой сверточной нейронной сети, результаты обучения, а также некоторые подходы к улучшению ее работы. | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| 3 | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | Лабораторная работа “Подробное исследование работы нейронной сети.” Изучается реализация сверточной нейронной сети, методы ее обучения и особенности работы | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| Лабораторная работа “Исследование особенностей переноса обучения в задачах компьютерного зрения”. Изучаются особенности современных архитектур нейронных сетей в задачах классификации изображений. | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| Лабораторная работа “Исследование особенностей задач семантической сегментации”. Изучается реализация нейронной сети семантической сегментации, принципы работы с ней и ее обучение. | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| Лабораторная работа “Исследование особенностей задач поиска, локализации и выделения объектов – многошаговые подходы”. Изучается возможности работы с нейронными сетями обнаружения объектов типа region-proposal. | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
|  |  | Лабораторная работа “Исследование особенностей задач поиска, локализации и выделения объектов – быстрые подходы”. Изучается возможности работы с нейронными сетями обнаружения объектов – быстрые подходы | <https://colab.research.google.com/> | 4 |  |
| Итого: | | | | 34 |  |

Самостоятельная работа обучающегося (СРС):

Таблица 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Тема занятия. Вид СРС | Применение ЭО и ДОТ | Объем, час. |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** |
| 1 | Введение в системы компьютерного зрения | Инструменты подготовки данных в языке программирования Python. Изучение теоретического курса | Не предусмотрено | 2 |
| Обзор систем компьютерного зрения. Подготовка к коллоквиуму | Не предусмотрено | 6 |
| 2 | Методы глубокого обучения | Задачи классификации изображений. Обзор и примеры. Изучение теоретического курса | Не предусмотрено | 8 |
| Обучение нейронных сетей. Выполнение домашней работы. | Не предусмотрено | 8 |
| 3 | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | Задачи поиска, локализации и выделения объектов. Изучение теоретического курса | Не предусмотрено | 13 |
| Методы глубокого обучения в нейронных сетях. Выполнение домашней работы | Не предусмотрено | 8 |
| Подбор данных для лабораторных работ. Выполнение домашней работы | Не предусмотрено | 8 |
| 1-3 | Подготовка к промежуточной аттестации | Подготовка к зачету |  | 4 |
| Итого: | | | | 57 |

Содержание разделов (тем) дисциплины, направленное на изучение цифровых технологий, востребованных в профессиональной деятельности выпускника:

Таблица 9

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование сквозной цифровой технологии** | **Наименование раздела (темы) дисциплины** | **Дидактические единицы, направленные на изучение цифровых технологий** | **Код ИДК** | **Оценочные средства, применяемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации** | |
| **наименование** | **№ приложения** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** |
| 1 | Искусственный интеллект | Введение в системы компьютерного зрения | Изображение, задачи компьютерного зрения, свертка, цифровая обработка многомерных сигналов, апертура, методы машинного обучения, нейронная сеть, основные типы нейронных сетей для задач компьютерного зрения. | ПК-10.1 | Вопросы к коллоквиуму | 1 |
| 2 | Искусственный интеллект | Методы глубокого обучения | Полносвязные нейронные сети, метод градиентного спуска, метод обратного распространения ошибки, функции активации, функции потерь, методы регуляризации, методы оптимизации при глубоком обучении нейронных сетей, типы сверток, операции сверточных нейронных сетей. | ПК-10.2 | Задание для домашней работы | 2 |
| 3 | Искусственный интеллект | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | Архитектуры сетей автоматического выделения признаков; Особенности задач семантической сегментации и типичные архитектуры, типичные подходы к обучению сетей сегментации; Особенности задач выделения и локализации объектов и типичные архитектуры, типичные подходы к обучению сетей обнаружения и локализации, обзор задачи генерирования изображений, кодирования и сводящиеся к ним, другие задачи компьютерного зрения и методы их решения при помощи глубоких нейронных сетей. | ПК-10.3 | Отчет по лабораторной работе | 3 |

**Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий образовательная организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

При реализации дисциплины применяются следующие образовательные технологии:

1. Технология проблемного обучения;

2. Технология перевернутого класса.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебная и учебно-методическая литература, учебно-методические и другие материалы, необходимые для изучения дисциплины:

1. Гудфеллоу, Ян, Бенджио Иошуа, and Аарон Курвилль. Глубокое обучение. Litres, 2018. – 652с. – ISBN: 978-5-97060-618-6.
2. Клетте, Рейнхард. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы. Litres, ДМК-Пресс –2019. –506с. ISBN: 978-5-97060-702-2.
3. Николенко, С., Кадурин, А. and Архангельская, Е., 2017. Глубокое обучение. " Издательский дом ""Питер"", 2017. – 480 с. – ISBN: 978-5-4461-1537-2.
4. Франсуа, Шолле. Глубокое обучение на Python. " Издательский дом"" Питер""", 2018. – 400с. – ISBN: 978-5-4461-0770-4.
5. Пойтнер, Ян. "Программируем с PyTorch. Создание приложений глубокого обучения." СПб: из-во Питер, 2020. –256с. – ISBN: 978-5-4461-1677-5.
6. Солем, Ян Эрик. "Программирование компьютерного зрения на языке Python." М.: ДМК-Пресс – 2019. –312с. – ISBN: 978-5-9706-0200-3.
7. Траск, Эндрю. "Грокаем глубокое обучение." СПб.: Питер, 2019. –352с. – ISBN: 978-5-4461-1334-7.
8. Он-лайн курс “Нейронные сети и компьютерное зрение” https://stepik.org/course/50352/promo (дата обращения: 15.06.2022).
9. Доронин П. Computer vision: как его применять и в чем сложность для разработчиков и заказчиков. https://rb.ru/opinion/computer-vision-models/
10. Дылов Д. Компьютерное зрение: применение вычислительных методов. https://postnauka.ru/faq/84375
11. Елкина В. 8 примеров использования компьютерного зрения. https://rb.ru/list/computer-vision-in-practice/
12. Кто такой Computer Vision Engineer? Отвечает DigitalHR https://digitalhr.ru/blog/who-is-a-computer-vision-engineer-responsible-digitalhr.html?lang=ru (дата обращения: 15.06.2022).
13. Полякова А. 37 главных трендов в применении искусственного интеллекта. URL: https://rb.ru/story/disruptive-ai-trends/

Ресурсы сети Интернет, необходимые для изучения дисциплины:

Таблица 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Ссылка на ресурс** | **Доступность**  **(свободный доступ/ ограниченный доступ)** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** |
| **Информационно-справочные системы** | | |
| Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ | http://study.urfu.ru/. | Свободный доступ |
| Свободная энциклопедия Википедия | https://ru.wikipedia.org/ | Свободный доступ |
| Интернет-Университет Информационных Технологий | http://www.intuit.ru/ | Свободный доступ |
| **Онлайн среда для программирования и экспериментов** | | |
| Google CoLab | https://colab.research.google.com/ | Свободный доступ к ЦПУ, свободный доступ на ограниченное время к GPU |
| **Электронно-библиотечные системы** | | |
| Зональная научная библиотека УрФУ | http://lib.urfu.ru | Свободный доступ |
| Научная электронная библиотека Elibrary.ru | https://www.elibrary.ru/ | Свободный доступ |
| Государственная публичная научно-техническая библиотека. | http://www.gpntb.ru | Свободный доступ |
| Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет». | http//www.valley.ru/-nicr/listrum.htm | Свободный доступ |
| Российская национальная библиотека. | http//www.rsl.ru | Свободный доступ |
| Библиотека нормативно-технической литературы. | http//www.tehlit.ru | Свободный доступ |
| Публичная электронная библиотека | http//www.gpntb.ru | Свободный доступ |
| **Профессиональные базы данных** | | |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел Информатика и информационные технологии - | http://window.edu.ru/catalog/?p\_rubr=2.2.75.6 | Свободный доступ |
| Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. | http://eor.edu.ru/ | Свободный доступ |
| Компьютерра – журнал о современных технологиях | https://www.computerra.ru/ | Свободный доступ |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебное оборудование, технические средства обучения, необходимые для образовательного процесса по дисциплине:

Таблица 11

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебных занятий** | **Наименование учебного оборудования, необходимого для изучения дисциплины** |
| ***1*** | ***2*** |
| Лекции | Мультимедийное оборудование |
| Лабораторные работы | ПК по количеству обучающихся |

Наличие доступа к цифровым образовательным ресурсам, цифровым инструментам и сервисам, необходимым для образовательного процесса по дисциплине:

Таблица 12

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебных занятий** | **Наименование цифрового образовательного ресурса, доступ к которому необходим для изучения дисциплины** | **Доступность**  **(свободный доступ/ ограниченный доступ)** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** |
| Лабораторные занятия | Интерактивная онлайн-среда разработки типа jupyter notebook environment, например <https://colab.research.google.com/> | свободно распространяемое |

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

Таблица 13

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование ПО** | **Правообладатель ПО (наименование владельца ПО, страна)** | **Доступность (лицензионное/свободно распространяемое)** | **Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** |
| 1 | Python | Python Software Foundation и Гвидо ван Россум, США | свободно распространяемое |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 | Jupyter Notebook environment, например, но не только google colab | некоммерческий проект с открытым исходным кодом | свободно распространяемое |  |
| 4 | Браузер Яндекс | ООО «Яндекс», РФ | свободно распространяемое | https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305072/?sphrase\_id=431011 |

**8. ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценка качества учебных достижений обучающихся по дисциплине осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине обеспечивает оценку степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обучающихся:

Таблица 14

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела (темы) дисциплины** | **Форма текущего контроля** | **Оценочные средства** | **Код ИДК** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** |
| 1 | Введение в системы компьютерного зрения | Коллоквиум | Вопросы к коллоквиуму | ПК-10.1 |
| 2 | Методы глубоко обучения | Домашняя работа | Задание для домашней работы | ПК-10.2 |
| 3 | Использование методов глубокого обучения в нейронных сетях | Лабораторные работы | Отчеты по лабораторным работам | ПК-10.3 |

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета.

Способ проведения промежуточной аттестации:устный зачет.

Перечень видов оценочных средств, используемых для промежуточной аттестации по дисциплине: вопросы к зачету.

Критерии оценивания результатов обучения по дисциплине при проведении промежуточной аттестации:

Таблица 15

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код и наименование компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| **«неудовлетворительно»** | **«удовлетворительно»** | **«хорошо»** | **«отлично»** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
| ПК-10 – Способен создавать прикладные информационные системы с использованием методов машинного обучения и интеллектуальной обработки данных | -1. Знает основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения | Не знает основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения | С трудом  характеризует основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения | С небольшими  неточностями  характеризует основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения | Уверенно характеризует основные подходы к постановке и решению задач компьютерного зрения |
| З-2. Знает основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python | Не знает основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python | С трудом  характеризует основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python | С небольшими  неточностями  характеризует основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python | Уверенно характеризует основные методы подготовки и обработки изображений, доступные в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python |
| З-3. Знает основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. | Не знает основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. | С трудом  характеризует основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. | С небольшими  неточностями  характеризует основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. | Уверенно характеризует основные методы решения задач компьютерного зрения при помощи нейронных сетей и их реализации в рамках соответствующих библиотек и на языке программирования Python. |
| У-1 Умеет выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения. | Не способен выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения. | Предпринимает попытки выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения. | В основном  умеет выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения. | В различных  ситуациях  может выбирать библиотеки и методы решения практических задач компьютерного зрения. |
| У- 2. Умеет выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных | Не способен выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных | Предпринимает попытки выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных | В основном  умеет выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных | В различных  ситуациях  может выполнить подбор или модификацию алгоритмов обработки изображений в соответствии с характеристиками входных данных |
| В-1 Владеет опытом применения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. | Не владеет опытом применения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. | Слабо владеет опытом применения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. | В основном владеет опытом применения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. | Уверенно  владеет опытом применения свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network) и других алгоритмов к решению задач компьютерного зрения. |

**9. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости**

− комплект вопросов для коллоквиума – 1 шт. (Приложение 1);

− задание для домашней работы – 1 шт. (Приложение 2);

− структура отчетов по лабораторным работам – 1 шт. (Приложение 3).

**Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

* комплект вопросов к зачету по дисциплине – 1 шт. (Приложение 4).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Перечень вопросов для коллоквиума по разделу**

**«Введение в системы компьютерного зрения»**

1. Современные тенденции решения задач компьютерного зрения и подходы для их решения.
2. Привести примеры задач компьютерного зрения, когда нейронные сети имеют преимущества перед классическими методами, ответ обосновать.
3. Привести примеры задач компьютерного зрения, когда классические подходы имеют преимущества перед глубокими нейронными сетями, ответ обосновать.
4. Какие виды нейронных сетей популярны в настоящее время в системах компьютерного зрения, какие задачи они решают?
5. Классификация систем компьютерного зрения, области их применения. Функциональная схема систем ТЗ.
6. Назначение и разновидности алгоритмов обработки изображений.
7. Линейные методы обработки изображений. Линейные операторы.
8. Алгоритмы ранговой и медианной фильтрации изображений, их разновидности и модификации.
9. Назначение и описание алгоритмов обнаружения. Основные характеристики алгоритмов обнаружения. Понятие вероятностей правильного обнаружения, ложной тревоги и пропускания цели.
10. Назначение пространственной дискретизации изображений. Спектр дискретизированного изображения. Теорема Котельникова.
11. Двумерное преобразование Фурье. Использование преобразования в задачах цифровой обработки изображений.
12. Алгоритмы пороговой обработки изображений, их разновидности и области применения. Метод выбора значений порогов обнаружения.
13. Назвать особенности операции свертка в применении к изображениям.
14. Назвать преимущества сверточных нейронных сетей (блок свертки) перед другими подходами.

**Критерии оценки результатов коллоквиума:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенций |
| «отлично»  (80-100 баллов) | «зачтено» | Обучающийся сумел самостоятельно разобраться в заданиях, предложенных к коллоквиуму. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые знания полностью продемонстрированы. Результат коллоквиума полностью соответствует его целям | Высокий |
| «хорошо»  (60-79 баллов) | Обучающийся сумел разобраться в заданиях, предложенных к коллоквиуму. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые знания в основном продемонстрированы. Результат коллоквиума в основном соответствует его целям | Повышенный |
| «удовлетворительно»  (40-59 баллов) | Обучающийся сумел разобраться в заданиях, предложенных к коллоквиуму. Допущены несущественные ошибки в ответах на вопросы. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые знания частично освоены. Результат коллоквиума частично соответствует его целям | Пороговый |
| «неудовлетворительно»  (менее 40 баллов) | «не зачтено» | Обучающийся не сумел самостоятельно разобраться в заданиях, предложенных к коллоквиуму. Допущены существенные ошибки в ответах на вопросы, не на все вопросы даны ответы. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые знания не освоены. Результат выполнения коллоквиума не соответствует его целям | Компетенции не сформированы |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Задание для домашней работы**

В домашней работе требуется:

1 Вариант

* выбрать тему для самостоятельного решения kaggle.com или любую другую готовую задачу компьютерного зрения (набор данных согласуется с преподавателем);
* самостоятельно подобрать архитектуру нейронной сети для решения выбранной задачи на уровне, соответствующем известным решениям;
* загрузить проект на GitHub.

2 Вариант

* Самостоятельно собрать и аннотировать набор данных для решения проблем семантической сегментации или обнаружения объектов (набор данных согласуется с преподавателем);
* Воспользоваться одной из архитектур, приведенных в лабораторных работах для решения выбранной проблемы;
* загрузить проект на GitHub.

**Критерии оценки результатов выполнения домашней работы:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенций |
| «отлично»  (80-100 баллов) | «зачтено» | Обучающийся сумел самостоятельно разобраться в заданиях, предложенных в домашней работе. Использованы правильные методы и оборудование. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат выполнения домашней работы полностью соответствует ее целям | Высокий |
| «хорошо»  (60-79 баллов) | Обучающийся сумел разобраться в заданиях, предложенных в домашней работе. Методы и оборудование использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат выполнения домашней работы в основном соответствует ее целям | Повышенный |
| «удовлетворительно»  (40-59 баллов) | Обучающийся сумел разобраться в заданиях, предложенных в домашней работе. Допущены несущественные ошибки в применении методов и оборудования. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат выполнения домашней работы частично соответствует её целям | Пороговый |
| «неудовлетворительно»  (менее 40 баллов) | «не зачтено» | не сумел самостоятельно разобраться в заданиях, предложенных в домашней работе. Неправильно использованы методы и оборудование. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат выполнения домашней работы не соответствует её целям | Компетенции не сформированы |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Требования к отчету по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе должен быть в виде документа ipnb, ссылки на предоставленный доступ к документу google colab или другие аналогичные форматы, например markdown, pdf, word со структурой:

1. Название работы.
2. Краткое пояснение к содержанию.
3. Имя, фамилия, группа студента, выполнившего работу.
4. Задание на лабораторную работу.
5. Краткое описание теоретических сведений, соответствующих работе.
6. Код реализации выполнения задания.
7. Визуализация результатов выполнения (если применимо).
8. Выводы.
9. Приложение.

**Критерии оценивания выполнения лабораторной работы**

«Отлично» (выполнено 80-100% работы). В работе присутствуют все структурные элементы, задания выполнены в полном объеме, вопросы раскрыты полно, изложение материала логично, выводы аргументированы, работа оформлена в соответствии с требованиями преподавателя.

«Хорошо» (60-79% работы). В работе присутствуют основные структурные элементы. Выполнено не менее 60% заданий. Могут быть допущены недочеты, нет грубых ошибок в оформлении.

«Удовлетворительно» (40-59% работы). В работе один из вопросов раскрыт не полностью, присутствуют логические и фактические ошибки, плохо прослеживается связь между ответом и выводами, допущены существенные ошибки в оформлении.

«Неудовлетворительно» (до 39 %). В работе количество ошибок превышает допустимую норму (решено менее 50% заданий), отсутствуют выводы или не хватает других структурных элементов, работа оформлена не по требованиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

комплект вопросов к зачету по дисциплине

1. Привести примеры задач компьютерного зрения, когда нейронные сети имеют преимущества перед классическими методами, ответ обосновать.
2. Какие виды нейронных сетей популярны в настоящее время в системах компьютерного зрения, какие задачи они решают.
3. Объяснить преимущества и недостатки логистической регрессии по сравнению с классифицирующей нейронной сетью.
4. Объяснить цель использования мини-батчей в градиентном спуске.
5. Объяснить какие проблемы есть у обычного градиентного спуска, зачем нужны более сложные методы, такие как адаптивные и методы второго порядка.
6. Объяснить, как работает обратное распространение ошибки для многослойного перцептрона с одним выходом.
7. Назовите и прокомментируйте проблему переобучение/недообчения нейронных сетей, как можно снизить вероятность переобучения.
8. Объяснить, как особенности подготовки данных влияют на обусловленность сформированной выборки, зачем нужны тренировочная, тестовая и валидационная выборки.
9. Как вы считаете, зачем нужны разные варианты инициализации весов нейронных сетей, как вы считаете каким образом предобучение нейронных сетей сказывается на результате обучения, можно ли дообучать обученные нейронные сети и как.
10. К чему приводит отсутствие функции активации (линейная активация) в скрытых слоя нейронной сети.
11. назвать основные виды функций активации.
12. Как вы считаете, почему на внутренних слоях сети часто используют функцию ReLU, зачем нужны остальные функции активации,
13. Как вы считаете, как методы дроп-аута помогают в регуляризации обучения нейронных сетей, объясните работу дроп-аута.
14. Как вы считаете, почему методы нормализации (в т.ч. батч нормализация) приобрели широкую популярность, в чем их достоинства и недостатки.
15. Назовите методы регуляризации в нейронных сетях и цели их использования.
16. Как вы считаете, в чем преимущества и недостатки сверточных сетей по сравнению с такими сетями, как полносвязные.
17. Объяснить архитектуру LeNet и цель использования каждого типа слоя сети.
18. Как вы считаете, зачем нужно заменять простую операцию свертки на более продвинутые аналоги, привести примеры.
19. Как вы считаете, зачем нужна свертка 1х1 (точечная свертка), какие типы сверток с использование свертки 1х1 вы можете привести.
20. Как вы считаете, зачем нужна глубокая свертка, назовите несколько типов архитектур сверточных нейронных сетей, где она используется.
21. Привести примеры современных архитектур сверточных сетей и рассказать о них, какова их тенденция.
22. Как вы считаете, за счет чего можно от задачи классификации перейти к задаче сегментации, как это реализуется на практике, привести примеры.
23. Привести варианты сверток в декодерах сегментационных нейронных сетей,
24. Кратко объяснить особенности билинейной интерполяции, обратная свертка, свертка с повышением разрешения, рассказать, где эти операции используются.
25. Кратко объяснить особенности работы сетей локализации объектов на изображениях.
26. Кратко объяснить особенности работы сетей многоэтапного (регионного) подхода к обнаружению и выделению объектов на изображениях.
27. Кратко объяснить особенности работы сетей одноэтапных подходов к обнаружению и выделению объектов на изображениях.
28. Кратко объяснить какие задачи могут быть решения при помощи сетей обнаружению и выделения объектов на изображениях.
29. Кратко рассказать о задачах экземплярной сегментации и паноптической сегментации.
30. Какие отличия порождающего(генеративного) подхода от традиционного дискриминантного вы можете называть, и какие сегодня используются принципы порождающих сетей.
31. Как вы думаете, почему именно порождающие – состязательные сети (GAN) получили широкое распространение, в чем их особенности и отличия от других типов порождающих сетей.
32. Как вы считаете, к какому виду обучения относятся автокодирующие сети. Приведите примеры решения задач при помощи автокодирующих сетей, чем автокодирующая сеть отличается от тривиального повторителя.
33. Как вы думаете, в чем особенности соревновательных автоэнкодеров и вариационных автоэнкодеров, как они работают, чем отличаются от обычных GAN и как используются.
34. Кратко рассказать о современных тенденциях решения задач компьютерного зрения и о развивающихся подходах для их решения.

**Критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенций |
| «отлично»  (80-100 баллов) | «зачтено» | Студент, показавший глубокий и всесторонний уровень знания дисциплины, свободное владение терминологией и умение качественно выполнять практические задания, предусмотренные программой. | Высокий |
| «хорошо»  (60-79 баллов) | Студент, показавший хорошее знание дисциплины, успешно выполнивший практические задания, предусмотренные программой. | Повышенный |
| «удовлетворительно»  (40-59 баллов) | Студент, показавший знание дисциплины в объеме, достаточном для продолжения обучения, умеющий справляться с большей частью практических заданий, предусмотренных программой. | Пороговый |
| «неудовлетворительно»  (менее 40 баллов) | «не зачтено» | Студент, обнаруживший значительные пробелы в знании предмета, допустивший принципиальные ошибки при выполнении большинства практических заданий, предусмотренных программой. | Компетенции не сформированы |