

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

_____ М.В. Коломина

«5» апреля 2024 г.

«5» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ**

Составитель	Денисов А.К., ФПИиКТ, ИТМО
Согласовано с работодателями	Гордеев И.И., к.ф.м.-н., доцент каф. ПМИ, АГУ Белов С.В., директор ООО «ТРАСТ ПОИНТ»
Направление подготовки / специальность	Измайлов Г.А., генеральный директор ООО «Агент Плюс» 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) ОПОП	Программирование и искусственный интеллект
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2024
Курс	4
Семестр(ы)	8

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Компьютерное зрение» является изучение основных задач и методов компьютерного зрения, вокруг которых сконцентрировано внимание научного сообщества и промышленности.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных понятий и методов работы с изображениями;
- изучение задач классификации, сегментации, детектирования объектов;
- освоение методов машинного обучения связанных с компьютерным зрением;
- приобретение практических навыков решения прикладных задач компьютерного зрения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Компьютерное зрение» относится к обязательной части и осваивается в 8 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

Математический анализ,
Линейная алгебра,
Теория вероятностей,
Математическая статистика,
Машинное обучение.

Знания: основных определений и теорем алгебры и начала математического анализа; основных функций и компонентов инструментальных средств проектирования и их практическое воплощение.

Умения: решать типовые теоретические и вычислительные задачи.

Навыки: использования и проверки алгебраических соотношений в прикладных математических задачах, ориентировании в основных алгебраических структурах и нахождении связи между ними.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной.

Преддипломная практика, ВКР.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) общепрофессиональных (ОПК);

- ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

б) профессиональных (ПК).

- ПК-22. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-5	ОПК-5.3. Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмических и программных решений, пригодных для	Основные библиотеки и фреймворки, технологии обучения и применения нейронных	Применять методы машинного обучения для	Методами и технологиями машинного обучения для

	практического применения.	сетей для решения задач компьютерного зрения.	решения задач компьютерного зрения	решения задач компьютерного зрения
ПК-22	ПК-22.1. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	Принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	Применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	Принципами построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	45,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	22
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	22
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	0
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	98,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Экзамен, 8 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.				СР, час.	Итог	Форма текущего контроля успеваемости,
	Л	ПЗ	ЛР	КР /			

	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП	КП			форма промежуточной аттестации [по семестрам]
Семестр 8										
Введение в компьютерное зрение	2				2			12,75	16,75	Лабораторная работа № 1,
Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	2				2			12	16	Лабораторная работа № 2
Задачи распознавания и классификации изображений	3				3			12	18	Лабораторная работа № 3
Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений	3				3			12	18	Лабораторная работа № 4
Задачи сегментации и детектирования объектов на изображении	3				3			12	18	Лабораторная работа № 5
Задачи трекинга и определения оптического потока	3				3			12	18	Лабораторная работа № 6
Задачи распознавания жестов, позы, эмоций	3				3			13	19	Лабораторная работа № 7
Задачи описания и генерации изображений	3				3			13	19	Лабораторная работа № 8
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации	0,25									Экзамен
ИТОГО за семестр:	22				22			98,75	144	
Итого за весь период	22				22			98,75	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; КПА – контроль промежуточной аттестации; КС – консультации; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-5	ПК-22	
Введение в компьютерное зрение	16,75	+	+	2
Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	16	+	+	2
Задачи распознавания и классификации изображений	18	+	+	2
Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений	18	+	+	2
Задачи сегментации и детектирования объектов на изображении	18	+	+	2
Задачи трекинга и определения оптического потока	18	+	+	2
Задачи распознавания жестов, позы, эмоций	19	+	+	2
Задачи описания и генерации изображений	19	+	+	2
Итого	142,75			

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение в компьютерное зрение

История развития и задачи компьютерного зрения, основы работы с изображениями (виды, представление, операции), практические применения компьютерного зрения.

Раздел 2. Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения

Обзор применяемых методов машинного обучения. Классические методы машинного обучения и их недостатки. Нейронные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные

нейронные сети, генеративно-состязательные сети. Основные библиотеки и фреймворки, введение в обучение нейронных сетей для задач компьютерного зрения. Оптимизация нейронных сетей для применения в мобильных системах.

Раздел 3. Задачи распознавания и классификации изображений

Методы, фреймворки, наборы данных, классические архитектуры, state of the art в задачах классификации и распознавания.

Раздел 4. Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений

Методы, state of the art в задачах подавления шумов, увеличения резкости, размытия, удаление артефактов, цветовой коррекции.

Раздел 5. Задачи сегментации и детектирования объектов на изображении

Виды сегментации, постановка задачи сегментации и детектирования. Основные архитектуры и state of the art.

Раздел 6. Задачи трекинга и определения оптического потока, восстановления 3D-геометрии

Задача, алгоритмы трекинга. Задача нахождения оптического потока, основные методы и архитектуры. Задача оценки глубины. Регистрация изображений.

Раздел 7. Задачи распознавания жестов, позы, эмоций

Подходы к распознаванию жестов, распознавание с помощью компьютерного зрения. State of the art.

Раздел 8. Задачи описания и генерации изображений

Генерация текстового описания по изображению. Создание изображений по описанию. Создание фотореалистичных изображений. Domain transfer, style transfer.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;
- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;
- написание конспекта лекции.

Лекция должна включать следующие разделы:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;

- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);
- внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий различного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

- Лекция – основной вид обучения в вузе.
- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была

представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.

- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Введение в компьютерное зрение	12.75	Выполнение лабораторной работы № 1,
Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	12	Выполнение лабораторной работы № 2
Задачи распознавания и классификации изображений	12	Выполнение лабораторной работы № 3
Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений	12	Выполнение лабораторной работы № 4
Задачи сегментации и детектирования объектов на изображениях	12	Выполнение лабораторной работы № 5
Задачи трекинга и определения оптического потока	12	Выполнение лабораторной работы № 6
Задачи распознавания жестов, позы, эмоций	13	Выполнение лабораторной работы № 7
Задачи описания и генерации изображений	13	Выполнение лабораторной работы № 8

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Дисциплиной «Компьютерное зрение» письменные работы не предусмотрены.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Компьютерное зрение» могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Введение в компьютерное зрение	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы

Задачи распознавания и классификации изображений	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Задачи сегментации и детектирования объектов на изображении	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Задачи трекинга и определения оптического потока	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Задачи распознавания жестов, позы, эмоций	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы
Задачи описания и генерации изображений	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторной работы

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;
- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru

4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Компьютерное зрение» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Введение в компьютерное зрение	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 1,
2	Основы применения методов машинного обучения в задачах компьютерного зрения	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 2
3	Задачи распознавания и классификации изображений	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 3
4	Задачи фильтрации, восстановления и улучшения изображений	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 4
5	Задачи сегментации и детектирования объектов на изображении	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 5
6	Задачи трекинга и определения оптического потока	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 6
7	Задачи распознавания жестов, позы, эмоций	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 7
8	Задачи описания и генерации изображений	ОПК-5, ПК-22	Лабораторная работа № 8

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправленные после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести

Шкала оценивания	Критерии оценивания
ительно»	примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправленные после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Пример задания лабораторной работы

Лабораторная работа № 3 «Система компьютерного зрения с использованием ИИ на базе Jetson Nano»

Цель работы: создать прикладную систему компьютерного зрения на базе Jetson Nano.

Задание:

1. Выбрать и зафиксировать в Google таблице курса тему проекта.
2. Разработать требования к системе.
3. Разработать архитектуру системы.
4. Реализовать систему обработки видео с использованием ИИ и алгоритмов компьютерного зрения.

Пример: система классификации и трекинга картины [Artsy](https://www.artsy.net) (рис. 1)

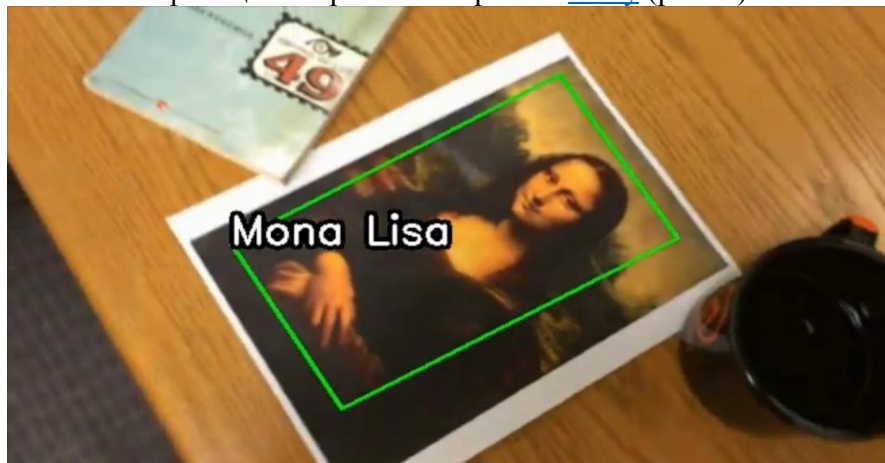


Рис. 1. Система дополненной реальности для картин

Оценить потребление ресурсов при функционировании системы и технические характеристики (быстродействие, а также специфичные для проекта значения. например, ошибку классификации, требования к характеру изображения и т. д.)

Инструментальные средства

Лабораторная работа выполняется на языке Python с использованием библиотек pytorch, torchvision, TensorRT (альтернативно может быть использован язык C++ и соответствующие API библиотек), в качестве платформы используется одноплатный компьютер Jetson Nano.

Материалы и пособия

1. ПО для работы с Jetson от NVIDIA <https://developer.nvidia.com/embedded/develop/software>
2. Machine Learning Mastery
<https://machinelearningmastery.com/>
 - PyTorch <https://pytorch.org/>
 - TensorRT <https://developer.nvidia.com/tensorrt>
 - PyTorch to TensorRT <https://github.com/NVIDIA-AI-IOT/torch2trt>
 - How to Convert a Model from PyTorch to TensorRT and Speed Up Inference
<https://www.learnopencv.com/how-to-convert-a-model-from-pytorch-to-tensorrt-and-speed-up-inference/>
 - Deep Learning inference for Jetson Nano <https://github.com/dusty-nv/jetson-inference>
 - Artsy <http://web.stanford.edu/class/cs231m/project-2/>

В отчете по лабораторной работе должны присутствовать следующие пункты:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая база
4. Описание разработанной системы (алгоритмы, принципы работы, архитектура)
5. Результаты работы и тестирования системы (скриншоты, изображения, графики, закономерности)
6. Выводы по работе
7. Используемые источники
8. Листинг кода

Требования к выполнению лабораторной работы:

Лабораторная работа должна выполняться с использованием средств разработки, моделирования, тестирования, указанных преподавателем.

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

1. небрежное выполнение,
2. низкое качество программного кода

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- неполного выполнения задания по лабораторной работе

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Задачи компьютерного зрения
2. Сверточные нейронные сети
3. Рекуррентные нейронные сети
4. Генеративно-состязательные сети
5. Основы обучения нейронных сетей в задачах компьютерного зрения
6. Задачи распознавания и классификации изображений
7. Задача детектирования объектов
8. Трекинг объектов
9. Motion Estimation
10. Сегментация изображений
11. Фильтрация изображений (удаление шумов)
12. Генерация изображений
13. Создание описания по изображению
14. Распознавание позы, жестов, эмоций
15. Восстановление 3D-геометрии
16. Domain transfer, style transfer.
17. Регистрация изображений.

Порядок формирования билета: по одному вопросу из первой и второй части перечня вопросов.

Пример экзаменационного билета №2

Вопрос 1: Задачи компьютерного зрения

Вопрос 2: Сегментация изображений

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ОПК-5				
1.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Фидуциал – это... а. объект, помещенный в поле зрения системы визуализации, который появляется в полученном изображении, для использования в качестве точки отсчета или меры. б. что-то, помещенное на предмет изображения в. один из видов маркеров представляющий собой точку отсчета	а	1-3
2.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какие маркеры используют для задачи локализации? а. QR-code б. Aruco, April Tag, ARToolKit в. ничего из перечисленного г. все перечисленные	б	1-3
3.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какие маркеры НЕ используют для задачи локализации? а. Aruco	а	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		б. ARToolKit в. April Tag г. QR-code		
4.		<i>Выберите верный ответ.</i> Правильная последовательность этапов обработки (работы) маркеров... а. написание кода, поиск тэга при помощи робота, детекция, декодирование б. детекция тэга, система декодирования обнаруженного тэга в. поиск тэга при помощи робота, детекция, декодирование, написание кода	б	1-3
5.		<i>Выберите верный ответ.</i> Что можно отнести к недостаткам маркеров? а. расчеты ведутся на отдельном компьютере, вынесенная камера может оценивать положение всех объектов б. ограничения из-за разрешения камеры, ненадежность детекции, высокая вычислительная мощность	б	1-3
6.	Задание открытого типа	Дайте определение термину <i>компьютерное зрение</i> .	Компьютерное зрение (иначе техническое зрение) — теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов. Как научная дисциплина, компьютерное зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений. Видеоданные могут быть представлены множеством форм, таких как видеопоследовательность, изображения с различных камер или трехмерными данными, например с устройства Kinect или медицинского сканера.	5-8
7.		Приведите не менее трех примеров систем компьютерного зрения.	Примерами применения таких систем могут быть: Системы управления процессами (промышленные роботы, автономные транспортные средства). Системы видеонаблюдения. Системы организации информации (например, для индексации баз данных изображений). Системы моделирования объектов или окружающей среды (анализ медицинских изображений, топографическое моделирование).	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			Системы взаимодействия (например, устройства ввода для системы человеко-машинного взаимодействия). Системы дополненной реальности. Вычислительная фотография, например, для мобильных устройств с камерами.	
8.		Опишите задачу восстановления изображения.	Задача восстановления изображений это удаление шума (шум датчика, размытость движущегося объекта и т. д.). Наиболее простым подходом к решению этой задачи являются различные типы фильтров, таких как фильтры нижних или средних частот. Более сложные методы используют представления того, как должны выглядеть те или иные участки изображения, и на основе этого их изменение. Более высокий уровень удаления шумов достигается в ходе первоначального анализа видеоданных на наличие различных структур, таких как линии или границы, а затем управления процессом фильтрации на основе этих данных.	5-8
9.		Опишите задачу распознавания изображения.	Классическая задача в компьютерном зрении, обработке изображений и машинном зрении это определение содержат ли видеоданные некоторый характерный объект, особенность или активность. Эта задача может быть достоверно и легко решена человеком, но до сих пор не решена удовлетворительно в компьютерном зрении в общем случае: случайные объекты в случайных ситуациях. Существующие методы решения этой задачи эффективны только для отдельных объектов, таких как простые геометрические объекты (например, многогранники), человеческие лица, печатные или рукописные символы, автомобили и только в определённых условиях, обычно это определённое освещение, фон и положение объекта относительно камеры.	5-8
10.		Что понимают под <i>предварительной обработкой видеоданных</i> ?	Предварительная обработка: перед тем, как методы компьютерного зрения могут быть применены к видеоданным с тем, чтобы извлечь определённую долю информации, необходимо обработать видеоданные, с тем чтобы они удовлетворяли некоторым условиям, в зависимости от используемого метода. Примерами	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			являются: Повторная выборка с тем, чтобы убедиться, что координатная система изображения верна Удаление шума с тем, чтобы удалить искажения, вносимые датчиком Улучшение контрастности, для того, чтобы нужная информация могла быть обнаружена Масштабирование для лучшего различения структур на изображении	
11.	Задание комбинированного типа	<i>Верно ли утверждение:</i> В беспилотных авиационных системах компьютерное зрение помогает пилотам ориентироваться в пространстве. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку в беспилотных авиационных системах компьютерное зрение обеспечивает автономную работу.	1-3
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-22				
12.	Задание закрытого типа	<i>Выберите верный ответ.</i> Какая из перечисленных задач НЕ является задачей компьютерного зрения? а. обнаружение объектов б. классификация объектов в. создание объектов г. отслеживание объектов	в	1-3
13.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какая библиотека с открытым исходным кодом используется для работы с компьютерным зрением? а. OpenCV б. TensorFlow в. Keras г. PyTorch	а	1-3
14.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какой метод поиска объектов использует сравнение изображения с шаблоном? а. обнаружение контуров б. шаблонное соответствие в. обучение модели машинного обучения г. все перечисленные методы	б	1-3
15.		<i>Выберите верный ответ.</i> Какое программное обеспечение используется для 2D/3D-моделирования роботов? а. ROS б. Gazebo в. OpenCV г. Python	б	1-3
16.		<i>Выберите верный ответ.</i>	г	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Где можно найти руководство по написанию программы компьютерного зрения для БАС? а. в учебнике по компьютерному зрению б. в научной статье по робототехнике в. в документации OpenCV г. в приложении к данному тексту		
17.	Задание открытого типа	Дайте определение термину <i>сверточные нейронные сети</i>.	Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) – класс алгоритмов машинного обучения. С их помощью удается достичь впечатляющих результатов в области распознавания образов, классификации изображений, а также обработки и анализа видеоданных. Сверточные нейронные сети разработаны специально для работы с данными, имеющими пространственную или растровую структуру, такими как изображения. Отдельно стоит отметить их способность к автоматическому изучению признаков. Вместо ручного выбора сверточные нейронные сети используют обратное распространение ошибки и градиентный спуск для настройки весовых коэффициентов.	5-8
18.		Что понимают под <i>рекуррентными нейронными сетями</i>?	Рекуррентные нейронные сети — сети с циклами, которые хорошо подходят для обработки последовательностей. Обучение RNN аналогично обучению обычной нейронной сети. Мы также используем алгоритм обратного распространения ошибки (англ. Backpropagation), но с небольшим изменением. Поскольку одни и те же параметры используются на всех временных этапах в сети, градиент на каждом выходе зависит не только от расчетов текущего шага, но и от предыдущих временных шагов. Например, чтобы вычислить градиент для четвертого элемента последовательности, нам нужно было бы «распространить ошибку» на 3 шага и суммировать градиенты. Этот алгоритм называется «алгоритмом обратного распространения ошибки сквозь время»	5-8
19.		Дайте краткое описание нейронной сети Элмана.	Нейронная сеть Элмана состоит из трёх слоев: x, y, z. Дополнительно к сети добавлен набор «контекстных блоков»: u. Средний (скрытый) слой соединён с контекстными блоками с фиксированным весом, равным единице. С каждым шагом времени на	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			вход поступает информация, которая проходит прямой ход к выходному слою в соответствии с правилами обучения. Фиксированные обратные связи сохраняют предыдущие значения скрытого слоя в контекстных блоках (до того как скрытый слой поменяет значение в процессе обучения). Таким способом сеть сохраняет своё состояние, что может использоваться в предсказании последовательностей, выходя за пределы мощности многослойного перцептрона. $h_t = \sigma_h(W_h x_t + U_h h_{t-1} + b_h),$ $y_t = \sigma_y(W_y h_t + b_y).$ Обозначения переменных и функций: • x_t: вектор входного слоя; • h_t: вектор скрытого слоя; • y_t: вектор выходного слоя; • W, U, b: матрица и вектор параметров; • σ_h, σ_y: функция активации.	
20.		Дайте краткое описание нейронной сети Джордана.	Нейронная сеть Джордана подобна сети Элмана, но контекстные блоки связаны не со скрытым слоем, а с выходным слоем. Контекстные блоки таким образом сохраняют своё состояние. Они обладают рекуррентной связью с собой. $h_t = \sigma_h(W_h x_t + U_h y_{t-1} + b_h),$ $y_t = \sigma_y(W_y h_t + b_y).$	5-8
21.		Что понимают под термином <i>эхо-сети</i> ?	Эхо-сеть характеризуется одним скрытым слоем (который называется резервуаром) со случайными редкими связями между нейронами. При этом связи внутри резервуара фиксированы, но связи с выходным слоем подлежат обучению. Состояние резервуара (state) вычисляется через предыдущие состояния резервуара, а также предыдущие состояния входного и выходного сигналов. Так как эхо-сети обладают только одним скрытым слоем, они обладают достаточно низкой вычислительной сложностью.	5-8
22.	Задание комбинированного типа	<i>Верно ли утверждение:</i> Руководство по написанию программы компьютерного зрения для БАС можно найти в документации OpenCV. Ответ обоснуйте.	Утверждение неверно, поскольку руководство по написанию программы компьютерного зрения для БАС можно найти в приложении к данному тексту.	1-3

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
1.	Выполнение лабораторных работ	8/5	40	Сроки указаны в Moodle
Всего			40	-
Блок бонусов				
2.	Посещение занятий		10	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
3.	Экзамен			
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd Edition). — Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2006. — 750 с.
2. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. — М.: МЦНМО, 2014. — 296 с.
3. Шень А., Верещагин Н. Языки и исчисления. — М.: МЦНМО, 2012. — 240 с.
4. Верещагин, Н. К. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность [Электронный ресурс] / Н. К. Верещагин, В. А. Успенский, А. Шень. — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2013. — 575 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56395> — Загл. с экрана.

8.2. Дополнительная литература

Кривцова, И. Е. Основы дискретной математики. Часть 1. Учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Е. Кривцова, И. С. Лебедев, А. В. Настека. — Электрон. дан. — СПб: ИТМО, 2016. — 92 с. — Режим доступа: http://books.ifmo.ru/book/1869/osnovy_diskretnoy_matematiki_chast_1_uchebnoe_posobie.htm — Загл. с экрана.

1. Гашков, С. Б. Дискретная математика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 530 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17715-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542790>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. Вики-конспекты. — http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Заглавная_страница
2. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>

3. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС): <http://mars.arbicon.ru>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Для проведения **лабораторных занятий**:

1. Лабораторные занятия проводятся с группами или подгруппами не более 15 человек.
2. Аудитория должна быть оснащена необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
4. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
5. В аудитории должно быть не менее 15 компьютеров, находящихся в исправном состоянии.
6. Расположение компьютеров в аудитории должно позволять преподавателю подойти к рабочему месту студента.
7. Компьютеры должны быть соединены локальной сетью со скоростью не менее 1 Гбит/с и подключены к сети Интернет.
8. Наличие видеокамер.
9. Компьютеры должны обладать минимальными характеристиками:
 - Объем оперативной памяти 16 Гб
 - Накопитель SDD 500 Гб
 - Процессор 12th Gen Intel(R) Core(TM) i3-12100
 - Видеоадаптер Intel(R) UHD Graphics 730

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).