

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»
Институт информационных технологий
Кафедра Математического и программного обеспечения ЭВМ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет

Кафедра энергетических средств и технического сервиса

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Профили подготовки: Искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Череповец
2023

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Шабалов Виктор Александрович

Программа одобрена на заседании кафедры энергетических средств и технического сервиса Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии имени Н.В. Верещагина 20 июня 2023 года, протокол №10.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Бирюков А.Л.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии имени Н.В. Верещагина 22 июня 2023 года, протокол №10.

Председатель методической комиссии: канд. техн. наук, доцент Берденников Е.А.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Математического и программного обеспечения ЭВМ Института информационных технологий Череповецкого государственного университета 25 сентября 2023, протокол № 2.

Зав. кафедрой: доктор техн. наук, профессор Ершов Е.В.

1 Цель и задачи учебной дисциплины

Цель – формирование компетенций эффективного применения систем технического зрения для решения агротехнических задач.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ формирования и обработки изображений;
- практическое освоение методов технического зрения;
- изучение и получение навыков реализации систем технического зрения в агроинженерии;
- получение навыков обработки и подготовка данных для систем технического зрения.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Техническое зрение в агроинженерии» входит в модуль Б1.О.07 «Искусственный интеллект» и относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Индекс по учебному плану – Б1.О.07.06.

Дисциплина «Техническое зрение в агроинженерии» изучается в 5 семестре на основе знаний, полученных при изучении дисциплин «Введение в теорию искусственного интеллекта», «Математика», «Технологии сбора и подготовки данных в агроинженерии», «Машинное обучение в агроинженерии». Результаты изучения дисциплины востребованы в ходе изучения последующих дисциплин модуля «Искусственный интеллект», в ходе учебной и производственной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-14. Способен использовать системы искусственного интеллекта в решении задач анализа, прогнозирования, планирования, синтеза и принятия решений	ИПК-14.1. Выбирает методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта ИПК-14.2. Решает задачи с использованием систем искусственного интеллекта
ПК-19. Способен использовать одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ИПК-19.1. Решает прикладные задачи и участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»

4 Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

4.1 Структура дисциплины

Вид учебной нагрузки	Всего часов (очная форма)
	2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44
<i>В том числе:</i>	
Лекции	20
Лабораторные работы	24
Практические занятия	–
Самостоятельная работа (всего)	127
Вид промежуточной аттестации	экзамен
Контроль	9
Общая трудоёмкость, часы	180
Зачётные единицы	5

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Формирование изображений

Введение в техническое зрение. Задачи технического зрения. Камеры. Геометрические модели камер. Геометрическая калибровка камер. Физические основы и параметры света. Источники, тени и затемнения. Цветовые модели. Калибровка камер. Освещение для систем технического зрения.

Раздел 2. Основы обработки изображений

Прикладные программные библиотеки для обработки изображений. Локальные дескрипторы изображений. Преобразования изображений. Линейные фильтры. Определение краев. Текстура. Геометрия нескольких проекций. Стереозрение.

Раздел 3. Реализационные аспекты технического зрения в агроинженерии

Библиотека технического зрения с открытым исходным кодом *OpenCV*. Аналоги и альтернативы *OpenCV*. Кластеризация изображений. Поиск изображений. Классификация изображений по содержанию. Сегментация. Построение моделей фона и выделение переднего плана. Выделение и классификация движущихся объектов. Алгоритмы слежения за объектом. Примеры применения технического зрения: исследование урожайности по фотографии; подсчет животных; мониторинг областей нахождения и «манеры поведения» животных; анализ походки; сканирование с дрона культур и сорняков; мониторинг вредителей (на земле и в воздухе); мониторинг болезней.

Раздел 4. Обработка и подготовка данных для систем технического зрения

Инструменты для разметки и аугментации данных. Методы оценки точности обучения. Типы и форматы наборов данных, популярные открытые инструменты для разметки, сервис *kaggle*. Подходы к увеличению наборов данных. Инструменты аннотирования видео и изображений для подготовки набора данных для обучения. Метрики оценки точности обучения нейронных сетей.

4.3 Разделы дисциплины и вид занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ЛЗ	СРС	Всего
1.	Раздел 1. Формирование изображений	4	4	30	42
2.	Раздел 2. Основы обработки изображений	6	4	32	42
3.	Раздел 3. Реализационные аспекты технического зрения в агроинженерии	4	8	30	42
4.	Раздел 4. Обработка и подготовка данных для систем технического зрения	6	8	35	45
Всего		20	24	127	171

ЛЗ – лабораторные занятия

СРС – самостоятельная работа студента

5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п/п	Разделы, темы дисциплины	Компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-3	ПК-8	
1.	Раздел 1. Формирование изображений	+	+	2
2.	Раздел 2. Основы обработки изображений	+	+	2
3.	Раздел 3. Реализационные аспекты технического зрения в агроинженерии	+	+	2
4.	Раздел 4. Обработка и подготовка данных для систем технического зрения	+	+	2

6 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего – 44 часа, в том числе лекции – 20 часов, лабораторные работы – 24 часа.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, – 100% от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия	Наименование темы	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Лекция	Формирование изображений	Лекция-визуализация	4
4	Лекция	Основы обработки изображений	Лекция-визуализация	6
4	Лекция	Реализационные аспекты технического зрения в агроинженерии	Лекция-визуализация	4
4	Лекция	Обработка и подготовка данных для систем технического зрения	Лекция-визуализация	6
4	ЛЗ	Лабораторный практикум «Техническое зрение в агроинженерии»	Лабораторная работа	24
Итого:				44

7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1 Перечень оценочных средств

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-14. Способен использовать системы искусственного интеллекта в решении задач анализа, прогнозирования, планирования, синтеза и принятия решений	ИПК-14.1. Выбирает методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта ИПК-14.2. Решает задачи с использованием систем искусственного интеллекта	1. Задания для выполнения лабораторных работ. 2. Задания для самостоятельной работы. 3. Вопросы к зачету.
ПК-19. Способен использовать одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ИПК-19.1. Решает прикладные задачи и участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	1. Задания для выполнения лабораторных работ. 2. Задания для самостоятельной работы. 3. Вопросы к зачету.

7.2 Образцы заданий для самостоятельной работы

По итогам самостоятельной работы студент готовит отчет, включающий в себя ответы на вопросы и решение заданий, предполагавшихся к выполнению в ходе самостоятельной работы. Отчет сдается преподавателю в электронной форме.

Самостоятельная работа по теме «Формирование изображений»

Изучите и законспектируйте материалы по вопросам раздела:

1. Задачи технического зрения.
2. Камеры.
3. Геометрические модели камер.
4. Геометрическая калибровка камер.
5. Физические основы и параметры света.
6. Источники, тени и затемнения.
7. Цветовые модели.
8. Калибровка камер.
9. Освещение для систем технического зрения.

Самостоятельная работа по теме «Основы обработки изображений»

Изучите и законспектируйте материалы по вопросам раздела:

1. Прикладные программные библиотеки для обработки изображений.
2. Локальные дескрипторы изображений.
3. Преобразования изображений.
4. Линейные фильтры.
5. Определение краев.
6. Текстура.
7. Геометрия нескольких проекций.
8. Стереозрение.

Изучить документацию библиотеки *Pillow*. Изучить документацию библиотеки *Matplotlib*. Изучить документацию библиотеки *NumPy*.

Самостоятельная работа по теме «Реализационные аспекты технического зрения в агроинженерии»

Изучите и законспектируйте материалы по вопросам раздела:

1. Аналоги и альтернативы OpenCV.
2. Кластеризация изображений.
3. Поиск изображений.
4. Классификация изображений по содержанию.
5. Сегментация.
6. Построение моделей фона и выделение переднего плана.
7. Выделение и классификация движущихся объектов.
8. Алгоритмы слежения за объектом.

Напишите эссе, раскрыв сущность применения технического зрения для решения агротехнических задач:

- исследование урожайности по фотографии;
- подсчет животных;
- мониторинг областей нахождения и «манеры поведения» животных;
- анализ походки;
- сканирование с дрона культур и сорняков;
- мониторинг вредителей (на земле и в воздухе);
- мониторинг болезней.

По заданию преподавателя подготовьте пример применения библиотеки технического зрения с открытым исходным кодом OpenCV для решения задач технического зрения в агроинженерии.

Самостоятельная работа по теме «Обработка и подготовка данных для систем технического зрения»

1. Инструменты для разметки и аугментации данных.
2. Методы оценки точности обучения.
3. Типы и форматы наборов данных, популярные открытые инструменты для разметки, сервис *kaggle*.
4. Подходы к увеличению наборов данных.
5. Инструменты аннотирования видео и изображений для подготовки набора данных для обучения.
6. Метрики оценки точности обучения нейронных сетей.

Образцы заданий для лабораторного практикума по дисциплине

По итогам выполнения лабораторных работ студент демонстрирует результаты работы и сдает в электронном виде отчет. Ниже приведены образцы заданий на лабораторный практикум. Лабораторный практикум рассчитан на 17 часов аудиторной работы. Организуется в формате командной работы.

Образцы тем для реализации проекта:

1. Исследование урожайности по фотографии.
2. Подсчет животных.
3. Мониторинг областей нахождения и «манеры поведения» животных.
4. Анализ походки животных.
5. Сканирование с дрона культур и сорняков.

6. Мониторинг вредителей растений.
7. Мониторинг болезней растений.

Задание 1. Гистограммы, профили и проекции

Цель: освоение основных яркостных и геометрических характеристик изображений и их использование для анализа изображений.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны изучить материалы разделов «ознакомиться с основными функциями среды *OpenCV* по работе с гистограммами, профилями и проекциями.

Порядок выполнения работы

1. Гистограммы. Выбрать произвольное слабоконтрастное изображение. Выполнить выравнивание гистограммы и растяжение контраста, использовать рассмотренные преобразования и встроенные функции пакета *OpenCV*. Сравнить полученные результаты.
2. Профили. Выбрать произвольное изображение, содержащее монотонные области и выделяющиеся объекты. Произвести построение проекций изображения на вертикальную и горизонтальную оси. Определить границы областей объектов.
3. Проекции. Выбрать произвольное изображение, содержащие штрих-код. Выполнить построение профиля изображения вдоль штрих-кода.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретическое обоснование применяемых методов и функций геометрических преобразований.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. Что такое контрастность изображения и как её можно изменить?
2. Чем эффективно использование профилей и проекций изображения?
3. Каким образом можно найти объект на равномерном фоне?

Задание 1. Геометрические преобразования изображений

Цель: освоение основных видов отображений и использование геометрических преобразований для решения задач пространственной коррекции изображений.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с основными функциями среды *OpenCV* по работе с геометрическими преобразованиями изображений.

Порядок выполнения работы

1. Простейшие геометрические преобразования. Выбрать произвольное изображение. Выполнить над ним линейные и нелинейные преобразования (конформные, аффинные и проективные отображения).
2. Коррекция дисторсии. Выбрать произвольное изображение либо с подушкообразной, либо с бочкообразной дисторсией. Выполнить коррекцию изображения.
3. «Склейка» изображений. Выбрать два изображения (снимки с фотокамеры, фрагменты сканированного изображения и пр.) на которых имеется область пересечения. Выполнить коррекцию второго изображения для его перевода в систему координат первого; затем выполнить автоматическую «склежку» из двух изображений в одно.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретическое обоснование применяемых методов и функций геометрических преобразований.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. Каким образом можно выполнить поворот изображения, не используя матрицу поворота?
2. Какое минимальное количество соответствующих пар точек необходимо задать на исходном и искаженном изображениях, если порядок преобразования $n = 4$?
3. После геометрического преобразования изображения могут появиться пиксели с неопределенными значениями интенсивности. С чем это связано и как решается данная проблема?

Задание 3. Фильтрация и выделение контуров

Цель: освоение основных способов фильтрации изображений от шумов и выделения контуров.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с основными функциями среды *OpenCV* фильтрации изображений. Иметь представление о низкочастотной и высокочастотной фильтрации.

Порядок выполнения работы

1. Типы шумов. Выбрать произвольное изображение. Получить искаженные различными шумами изображения с отличными от значений по умолчанию параметрами.
2. Низкочастотная фильтрация. Обработать полученные в предыдущем пункте искаженные изображения фильтром Гаусса и контргармоническим усредняющим фильтром с различными значениями параметра Q .
3. Нелинейная фильтрация. Обработать полученные в первом пункте искаженные изображения медианной, взвешенной медианной, ранговой и Винеровской фильтрациями при различных размерах маски и ее коэффициентов. Реализовать адаптивную медианную фильтрацию.

4. Высокочастотная фильтрация. Выбрать исходное изображение. Выделить границы фильтрами Робертса, Превитта, Собела, Лапласа, алгоритмом Кэнни.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретическое обоснование применяемых методов и функций фильтрации изображений.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. В чем заключаются основные недостатки адаптивных методов фильтрации изображений?
2. При каких значениях параметра Q контргармонический фильтр будет работать как арифметический, а при каких – как гармонический?
3. Какими операторами можно выделить границы на изображении?
4. Для чего на первом шаге выделения контуров, как правило, выполняется низкочастотная фильтрация?

Задание 4. Сегментация изображений

Цель: освоение основных способов сегментации изображений на семантические области.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с основными функциями среды *OpenCV* по преобразованию цветовых пространств изображений и способами определения порогов.

Порядок выполнения работы

1. Бинаризация. Выбрать произвольное изображение. Выполнить бинаризацию изображения при помощи рассмотренных методов. В зависимости от изображения использовать бинаризацию по верхнему или нижнему порогу.
2. Сегментация 1. Выбрать произвольное изображение, содержащее лицо(-а). Выполнить сегментацию изображения либо по принципу Вебера, либо на основе цвета кожи (на выбор).
3. Сегментация 2. Выбрать произвольное изображение, содержащее ограниченное количество цветных объектов. Выполнить сегментацию изображения в пространстве CIE Lab либо по методу ближайших соседей, либо по методу k -средних (на выбор).
4. Сегментация 3. Выбрать произвольное изображение, содержащее две разнородные текстуры. Выполнить текстурную сегментацию изображения, оценить не менее трех параметров выделенных текстур, определить к какому классу относятся текстуры.

Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Теоретическое обоснование применяемых методов и функций сегментации изображений.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. В каких случаях целесообразно использовать сегментацию по принципу Вебера?
2. Какие значения имеют цветовые координаты a и b цветового пространства *CIE Lab* в полутоновом изображении?
3. Зачем производить сегментацию в цветовом пространстве *CIE Lab*, а не в исходном *RGB*?
4. Что такое цветовое пространство и цветовой охват?

Задание 5. Преобразование Хафа

Цель: освоение преобразования для поиска геометрических примитивов.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с функциями среды *OpenCV* для работы с преобразованием Хафа. Знать о подходе «голосования» точек.

Порядок выполнения работы

1. Поиск прямых. Выбрать три произвольных изображения, содержащие прямые. Осуществить поиск прямых с помощью преобразования Хафа как для исходного изображения, так и для изображения, полученного с помощью использования какого-либо дифференциального оператора. Отобразить найденные линии на исходном изображении. Отметить точки начала и окончания линий. Определить длины самой короткой и самой длинной прямых, вычислить количество найденных прямых.
2. Поиск окружностей. Выбрать три произвольных изображения, содержащие окружности. Осуществить поиск окружностей как определенного радиуса, так и из заданного диапазона с помощью преобразования Хафа как для исходного изображения, так и для изображения, полученного с помощью использования какого-либо дифференциального оператора. Отобразить найденные окружности на исходном изображении.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретическое обоснование применяемого преобразования для поиска геометрических примитивов.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. Какая идея лежит в основе преобразования Хафа?
2. Можно ли использовать преобразование Хафа для поиска произвольных контуров, которые невозможно описать аналитически?
3. Что такое рекуррентное и обобщенное преобразования Хафа?
4. Какие бывают способы параметризации в преобразовании Хафа?

Задание 6. Морфологический анализ изображений

Цель: освоение принципов математической морфологии в области обработки и анализа изображений.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с функциями среды *OpenCV* для работы с бинарной морфологией. Знать основные операции и положения бинарной морфологии.

Порядок выполнения работы

1. Базовые морфологические операции. Выбрать произвольное изображение, содержащее дефекты формы (внутренние «дырки» или внешние «выступы») объектов. Используя базовые морфологические операции полностью убрать или минимизировать дефекты.
2. Разделение объектов. Выбрать произвольное бинарное изображение, содержащее перекрывающиеся объекты. Использовать операции бинарной морфологии для разделения объектов. Выделить контуры объектов.
3. Сегментация. Выбрать произвольное изображение, содержащее небольшое число локальных минимумов. Выполнить сегментацию изображения по водоразделам.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Теоретическое обоснование математической морфологии для анализа изображений.
3. Ход выполнения работы:
 - (a) Исходные изображения;
 - (b) Листинги программных реализаций;
 - (c) Комментарии;
 - (d) Результирующие изображения.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. Включает ли результат открытия в себя результат закрытия?
2. Какой морфологический фильтр необходимо применить, чтобы убрать у объекта выступы?
3. Каким образом с помощью морфологических операций можно найти контур объекта?
4. Что такое морфология?

Задание 7. Обработка и подготовка данных

Цель: освоение технологий обработки и подготовки данных для систем технического зрения.

Методические рекомендации

До начала работы студенты должны ознакомиться с функциями среды CVAT.

Порядок выполнения работы

1. Разбить видео на кадры (можно использовать *ffmpeg*, следует выставить *fps = 30*).
2. Пройдите регистрацию в инструменте CVAT.

После регистрации и авторизации появится титульный экран «Tasks», где отображены все текущие задачи по разметке. Изначально список пуст, поэтому необходимо создать задачу с нужным файлом для разметки:

3. Нажмите кнопку “+ Create new task”.
4. Далее необходимо сделать следующее:
 - a. Ввести наименование задачи.
 - b. Добавить объект, который необходимо разметить.
 - c. В поле “*lables*” нажать кнопку “Add lable”.
 - d. Затем в поле “*label name*” ввести имя для объекта. Выбрать цвет, нажать кнопку “Done”.
 - e. Далее необходимо выбрать файлы, на которых будет происходить разметка.
 - f. После загрузки файлов на сервер нажимаем кнопку «*Siunbit*».
 - g. После создания задачи в верхнем правом углу появится сообщение о том, что задача была создана.
5. Открываем созданную задачу нажав на кнопку «*Open*».
6. После появления окна с деталями задачи, нажимаем на «*Job #...*»
7. Открывается окно разметчика.
8. Размечаем необходимое количество данных пользуясь подробным руководством по CVAT.
9. После разметки необходимо импортировать разметку:
 - a. Нажимаем «*Menu*».
 - b. В появившемся меню выбираем «*Export as a dataset*» —> «*COCO 1.0*»

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Назовите и поясните методы аугментации данных.
2. Что такое валидационный набор данных?
3. Какое соотношение лучше всего выдерживать у тестового и обучающего набора данных?
4. Основные инструменты в CVAT для разметки данных для обучения детектора?
5. В какие форматы возможно экспортировать данные в CVAT?

7.3 Вопросы к экзамену

1. Задачи технического зрения.
2. Камеры: конструкция и технические параметры.
3. Геометрические модели камер.
4. Геометрическая калибровка камер.
5. Физические основы и параметры света.
6. Источники, тени и затемнения.
7. Цветовые модели.
8. Освещение для систем технического зрения.
9. Прикладные программные библиотеки для обработки изображений.
10. Локальные дескрипторы изображений.
11. Преобразования изображений.
12. Линейные фильтры.
13. Определение краев.

14. Текстура.
15. Геометрия нескольких проекций.
16. Стереозрение.
17. Библиотека технического зрения с открытым исходным кодом OpenCV.
18. Аналоги и альтернативы OpenCV.
19. Кластеризация изображений.
20. Поиск изображений.
21. Классификация изображений по содержанию.
22. Сегментация.
23. Построение моделей фона и выделение переднего плана.
24. Выделение и классификация движущихся объектов.
25. Алгоритмы слежения за объектом.
26. Исследование урожайности по фотографии.
27. Подсчет животных.
28. Мониторинг областей нахождения и «манеры поведения» животных.
29. Анализ походки животных.
30. Сканирование с дрона культур и сорняков.
31. Мониторинг вредителей растений.
32. Мониторинг болезней растений.
33. Инструменты для разметки и аугментации данных.
34. Методы оценки точности обучения.
35. Типы и форматы наборов данных.
36. Популярные открытые инструменты для разметки.
37. Подходы к увеличению наборов данных.
38. Инструменты аннотирования видео и изображений для подготовки набора данных для обучения.
39. Метрики оценки точности обучения нейронных сетей.

Уровни оценки компетенций:

- базовый 55-69 баллов,
- повышенный 70-100 баллов.

Преподаватель проводит систематический контроль знаний студентов, ориентируясь на перечень вопросов для проведения зачета.

7.4 Критерии оценивания ответа студента на экзамене

Ответ на зачете оценивается исходя из 40 баллов (максимум). Билет содержит теоретический вопрос и практическое задание, преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Полный ответ на основной вопрос оценивается максимум в 20 баллов, предполагает свободное изложение (не чтение) всего необходимого материала, ответы студента на уточняющие вопросы, если они есть. Правильный ответ на дополнительный вопрос оценивается максимум в 5 баллов. Правильное выполнение практического задания оценивается в 20 баллов.

7.5 Критерии оценки лабораторных работ и самостоятельной работы студента (от 0 до 10 баллов):

- **9-10 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий

- работы и ответы на контрольные вопросы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.
- **7-8 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий и ответы на контрольные вопросы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.
 - **5-6 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы и ответы на контрольные вопросы; студент испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и формулировке выводов.
 - **3-4 балла** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на контрольные вопросы, однако оформил отчет по результатам работы.
 - **1-2 балла** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на контрольные вопросы, не оформил отчет по результатам работы.
 - **0 баллов** выставляется студенту, если студент не справился с заданием, неверно ответил на представленные вопросы.

7.6 Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	Недостаточный уровень
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	Пороговый уровень
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	Продвинутый уровень
86-100 баллов	отлично (зачтено)	Высокий уровень

Критерии оценивания компетенций:

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-19. Способен использовать одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	<p>Частично знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>В основном умеет решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p>	<p>Знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>Умеет решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p>	<p>Демонстрирует глубокое знание и понимание: принципов построения систем компьютерного зрения, методов и подходов к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p> <p>Полностью верно и самостоятельно умеет: решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»</p>
ПК-14. Способен использовать системы искусственного интеллекта в решении задач анализа, прогнозирования, планирования, синтеза и принятия решений	<p>Частично знает основные методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; классы задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критерии оценки получаемых результатов решения</p> <p>В основном умеет выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта</p>	<p>Знает основные методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; классы задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критерии оценки получаемых результатов решения</p> <p>Умеет выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта</p>	<p>Демонстрирует глубокое знание и понимание: основных методов решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; классов задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критериев оценки получаемых результатов решения</p> <p>Полностью верно и самостоятельно умеет: выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта</p>

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. – 4-е изд., электрон. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 763 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094363>.
2. Кудрявцев, Н.Г. Практика применения компьютерного зрения и элементов машинного обучения в учебных проектах : учебное пособие / Н.Г. Кудрявцев, И.Н. Фролов. – Горно-Алтайск : ГАГУ, 2022. – 180 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/271100>.

Дополнительная литература:

1. Содем, Ян Эрик Программирование компьютерного зрения на языке Python / Ян Эрик Содем; пер. с англ. А.А. Слинкина. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 312 с.– Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027847>.
2. Селянкин, В. В. Решение задач компьютерного зрения: Учебное пособие / Селянкин В.В. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. – 92 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/991922>.
3. Сенсоры технического зрения: учебное пособие / Е. Р. Муратов, С. А. Юкин, А. И. Ефимов, М. Б. Никифоров. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. – 74 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1195572>.
4. Молодяков С.А. Компьютерное зрение: лабораторный практикум. СПб.: СПбПУ, 2020. – 173 с. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2/s19-137.pdf/view>
5. Шаветов, С.В. Основы технического зрения: лабораторный практикум. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 86 с. – URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2254.pdf>
6. Шаветов, С.В. Основы обработки изображений: лабораторный практикум / С.В. Шаветов, А.Д. Жданов. – СПб: Университет ИТМО, 2022. – 122 с. – URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/3066.pdf>

8.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для выполнения лабораторных работ.

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень информационных справочных систем (при необходимости)

1. Информационно-справочная система «КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/>
2. Программирование на Python. URL: <https://stepik.org/course/67/syllabus> (дата доступа 04.06.2023).
3. Python – обучающий курс от Сергея Балакирева. URL: <https://stepik.org/course/100707/promo> (дата доступа 04.06.2023)
4. Основы статистики – URL: <https://stepik.org/course/76/syllabus> (дата доступа 04.06.2023)
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – URL: <http://elibrary.ru>

6. ЭБС ЛАНЬ – URL: <https://e.lanbook.com/>,
7. ЭБС Znanium.com – URL: <https://znanium.com/>

8.4 Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая программное обеспечение

1. ОС семейства Microsoft Windows.
2. MS Office 365.
3. Браузер.
4. Язык программирования Python – URL: <https://www.python.org/>
5. Среда программирования на языке Python, например, *JupyterLab* URL: <https://jupyter.org/>.
6. NumPy – пакет для научных вычислений с Python. – URL: <https://numpy.org/>
7. Программное обеспечение с открытым исходным кодом для математики, науки и техники – URL: <https://scipy.org/>
8. Библиотека на языке программирования Python для визуализации данных двумерной и трёхмерной графикой Matplotlib – URL: <https://matplotlib.org/>
9. Инструмент для анализа и обработки данных с открытым исходным кодом Pandas – URL: <https://pandas.pydata.org/>
10. Anaconda – платформа для быстрой разработки и развертывания безопасных решений Python – URL: <https://www.anaconda.com/>
11. Google Colab – URL: https://colab.research.google.com/#scrollTo=5fCEDCU_qrC0
12. API глубокого обучения Keras – URL: <https://keras.io/>
13. Комплексная платформа машинного обучения TensorFlow – URL: <https://www.tensorflow.org/>
14. Машинное обучение с открытым исходным кодом и визуализация данных Orange Data Mining – URL: <https://orangedatamining.com/>
15. Data Analytics Platform KNIME – URL: <https://www.knime.com/knime-analytics-platform>
16. Некоммерческий проект с открытым исходным кодом Project Jupyter – URL: <https://jupyter.org/>
17. Библиотека для работы с изображениями в Python. – URL: <https://python-scripts.com/pillow>
18. Computer Vision Annotation Tool (CVAT). – URL: <https://www.cvat.ai/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 4205 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 35, стулья – 75, доска меловая, кафедра.

Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор – 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Учебная аудитория 4202 Компьютерный класс, для проведения лабораторных занятий, самостоятельной работы.

Оснащенность:

Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16.

Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет.

Учебная аудитория 4203 Компьютерный класс.

Оснащенность:

Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16;

Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет.

Особенности реализации дисциплины (модуля) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

10 Карта компетенций дисциплины

Техническое зрение в агроинженерии (направление подготовки – 35.03.06 «Агроинженерия»)					
Цель дисциплины	формирование компетенций эффективного применения систем технического зрения для решения агротехнических задач.				
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • изучение теоретических основ формирования и обработки изображений; • практическое освоение методов технического зрения; • изучение и получение навыков реализации систем технического зрения в агроинженерии; • получение навыков обработки и подготовка данных для систем технического зрения. 				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
Профессиональные компетенции					
ПК-19	Способен использовать одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ИПК-19.1. Решает прикладные задачи и участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Устный опрос Индивидуальное задание	<p>Пороговый уровень</p> <p>Частично знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». В основном умеет решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p> <p>Продвинутый уровень</p> <p>Знает принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». Умеет решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p> <p>Высокий уровень (</p>

					Демонстрирует глубокое знание и понимание: принципов построения систем компьютерного зрения, методов и подходов к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение». Полностью верно и самостоятельно умеет: решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».
ПК-14	Способен использовать системы искусственного интеллекта в решении задач анализа, прогнозирования, планирования, синтеза и принятия решений	ИПК-14.1. Выбирает методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта ИПК-14.2. Решает задачи с использованием систем искусственного интеллекта	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Устный опрос Индивидуальное задание	<p>Пороговый уровень</p> <p>Частично знает основные методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; классы задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критерии оценки получаемых результатов решения. В основном умеет выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта.</p> <p>Продвинутый уровень</p> <p>Знает основные методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; классы задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критерии оценки получаемых результатов решения. Умеет выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта.</p> <p>Высокий уровень</p> <p>Демонстрирует глубокое знание и понимание: основных методов решения задач с использованием систем</p>

					искусственного интеллекта; классов задач, решаемых с использованием систем искусственного интеллекта, и критериев оценки получаемых результатов решения. Полностью верно и самостоятельно умеет: выбирать методы решения задач с использованием систем искусственного интеллекта; применять методы обращения к целевым переменным и задания исходных данных и ограничений; оценивать полученные результаты решения задач с использованием систем искусственного интеллекта.
--	--	--	--	--	---