

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Владимир Иванович

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 16.01.2025 16:11:17

Уникальный программный ключ:

1e90b132d9b04dce67583160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУВОРГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

« 28 » 08 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.15 Компьютерное зрение

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта


Курс 4

Семестр 7

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2025


Москва, 2025

Разработчик (и): Невзоров А.С., ст. преподаватель 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.А., к.пед.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 39.03.03 Прикладная информатика и учебного плана по данному направлению.

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой прикладной информатики:
Худякова Е.В., д.э.н., профессор



«28» августа 2025 г.


Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института экономики и управления АПК
Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент


«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой прикладной информатики
Худякова Е.В., д.э.н., профессор


«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ 

Содержание

1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	11
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	17
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	26
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.4 ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ А/А* И ЖУРНАЛОВ ИЗ «БЕЛОГО СПИСКА»	27
8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	28
9 ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	29
10 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29
11 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
12 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	35

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины «Компьютерное зрение» для
подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 «Прикладная
информатика» направленности «Искусственный интеллект»

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области анализа, обработки и интерпретации визуальной информации с использованием современных методов искусственного интеллекта. Курс направлен на подготовку специалистов, способных проектировать, реализовывать и внедрять программные решения для автоматической обработки изображений и видео в прикладных интеллектуальных системах.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (АС-12).1.

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина «Компьютерное зрение» изучает методы и технологии, позволяющие извлекать информацию из изображений и видеопотоков. В рамках курса рассматриваются: основы цифрового представления и предобработки изображений; методы фильтрации, улучшения качества и выделения признаков; геометрические и морфологические преобразования изображений; применение алгоритмов машинного обучения и классических классификаторов в задачах распознавания и сегментации; использование нейронных сетей и свёрточных архитектур (CNN) для анализа визуальных данных; современные подходы к детектированию и трекингу объектов (YOLO, SSD, Faster R-CNN и др.); принципы обработки видеопотоков, распознавания движений и построения систем слежения; примеры применения технологий компьютерного зрения в промышленности, медицине, транспорте, робототехнике и системах безопасности.

Курс сочетает лекционные и практические занятия, направленные на развитие навыков самостоятельной разработки и внедрения решений на базе библиотек OpenCV, scikit-learn, TensorFlow, PyTorch.

Итогом освоения дисциплины является выполнение мини-проекта или лабораторных работ, демонстрирующих умение применять методы компьютерного зрения в реальных задачах искусственного интеллекта.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 108/3 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет.

1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области анализа, обработки и интерпретации визуальной информации с использованием современных методов искусственного интеллекта. Курс

направлен на подготовку специалистов, способных проектировать, реализовывать и внедрять программные решения для автоматической обработки изображений и видео в прикладных интеллектуальных системах.

2 Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Компьютерное зрение» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, компетентностно-ролевой модели (КРМ-ИИ) и Учебного плана по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Компьютерное зрение» являются: Линейная алгебра, Математика, Дискретная математика, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгоритмизация и программирование, Основы технологии производства продукции растениеводства, Основы животноводства.

Дисциплина «Компьютерное зрение» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Интеллектуальный анализ данных, Системы поддержки принятия решений, ВІ-системы в экономике.

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное зрение» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины (профессиональные компетенции)

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПК-13 (DL-1)	Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей (продвинутый уровень)	<p>ПК-13 (DL-1).4</p> <p>Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями и последовательностями, учитывая их уникальные свойства</p> <p>(Продвинутый уровень)</p> <p>Применяет принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга; разрабатывает собственные архитектуры сверточных нейронных сетей; разрабатывает решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet); понимает принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.</p>	<p>принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга;</p> <p>собственные архитектуры сверточных нейронных сетей;</p> <p>решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet);</p> <p>принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.</p>	<p>применять:</p> <p>принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга;</p> <p>собственные архитектуры сверточных нейронных сетей;</p> <p>решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet);</p> <p>принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.</p>	<p>программными средствами, реализующими:</p> <p>принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга;</p> <p>собственные архитектуры сверточных нейронных сетей;</p> <p>решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet);</p> <p>принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.</p>

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
2.	ПК-14 (DL-3)	Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы методы и технологии компьютерного зрения (продвинутый уровень).	<p>ПК-14 (DL-3).1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных.</p> <p>(Продвинутый уровень) Сравнивает разные предобученные модели под конкретную задачу. Проводит transfer learning на своих данных. Оптимизирует гиперпараметры для улучшения качества. Создает сложные пайплайны аугментации (albumentations). Умеет работать с видео: извлечение кадров,</p>	<p>разные предобученные модели под конкретную задачу; transfer learning на своих данных; гиперпараметры для улучшения качества; сложные пайплайны аугментации (albumentations); видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.</p>	<p>сравнивать разные предобученные модели под конкретную задачу; проводить transfer learning на своих данных; оптимизировать гиперпараметры для улучшения качества; создавать сложные пайплайны аугментации (albumentations); работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.</p>	<p>программными средствами, реализующими: разные предобученные модели под конкретную задачу; transfer learning на своих данных; гиперпараметры для улучшения качества; сложные пайплайны аугментации (albumentations); видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.</p>

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.			
		ПК-14 (DL-3).2 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде. (Продвинутый уровень) Кастомизирует архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a). Применяет методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT). Строит сложные стратегии аугментации (albumentations, кастомные трансформеры). Настраивает	архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a); методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT); сложные стратегии аугментации (albumentations, кастомные трансформеры); распределённое обучение (DDP, Horovod); CI/CD-пайплайны для CV-моделей.	кастомизировать архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a); применять методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT); строить сложные стратегии аугментации (albumentations, кастомные трансформеры); настраивать распределённое обучение (DDP, Horovod); создавать CI/CD-пайплайны для CV-моделей	программными средствами, реализующими: архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a); методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT); сложные стратегии аугментации (albumentations, кастомные трансформеры); распределённое обучение (DDP, Horovod); CI/CD-пайплайны для CV-моделей.	

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			распределённое обучение (DDP, Horovod). Создает CI/CD-пайплайны для CV-моделей.			
3.	ПК-26 (АС-12)	Способен разрабатывать и внедрять ИИ-сервисы персонализации и клиентского опыта	ПК-26 (АС-12).1 Применяет специализированное программное обеспечение и цифровые платформы. (Продвинутый уровень) Внедряет принципы компьютерного зрения для анализа спутниковых/дронных снимков, изображений растений/животных (диагностика болезней, оценка состояния, подсчет объектов); работу с геоданными (ГИС): анализ пространственных данных, картографирование, интеграция с системами точного земледелия; основывает работу с ФГИС (ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных.	принципы компьютерного зрения для анализа спутниковых/дронных снимков, изображений растений/животных (диагностика болезней, оценка состояния, подсчет объектов); работу с геоданными (ГИС): анализ пространственных данных, картографирование, интеграция с системами точного земледелия; основывает работу с ФГИС (ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных.	внедрять принципы компьютерного зрения для анализа спутниковых/дронных снимков, изображений растений/животных (диагностика болезней, оценка состояния, подсчет объектов); совершенствовать работу с геоданными (ГИС): анализ пространственных данных, картографирование, интеграция с системами точного земледелия; основывает работы с ФГИС (ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных.	программными средствами, реализующими: принципы компьютерного зрения для анализа спутниковых/дронных снимков, изображений растений/животных (диагностика болезней, оценка состояния, подсчет объектов); работу с геоданными (ГИС): анализ пространственных данных, картографирование, интеграция с системами точного земледелия; основывает работы с ФГИС (ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных.

№ п/п	Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикатор достижения компетенции и его содержание	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			(ФГИС Семеноводство и др.) и с облачными платформами (AWS, Azure, GCP) для развертывания моделей и хранения данных.			

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам №7
		№ 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/4	108/4
1. Контактная работа:	50,25/4	50,25/4
Аудиторная работа	50/4	32/4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	34/4	34/4
консультации перед зачетом	-	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,75	57,75
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	48,75	48,75
Подготовка к зачету (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Тема 1. Введение в компьютерное зрение.	11	2	4	-	5
Тема 2. Основы цифровой обработки изображений.	12	2	4	-	6
Тема 3. Детектирование и признаки.	12,75	2	4	-	6,75
Тема 4. Геометрические преобразования.	12	2	4	-	6
Тема 5. Машинное обучение в CV.	12	2	4	-	6
Тема 6. Нейронные сети и CNN.	12	2	4	-	6
Тема 7. Современные методы детектирования.	12	2	4	-	6

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	15	2	6	-	7
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Консультации перед зачетом	-	-	-	-	-
Подготовка к зачету (контроль)	9	-	-	-	9
Всего за 7 семестр	108	16	34	0,25	57,75

* в том числе практическая подготовка

Тема 1. Введение в компьютерное зрение.

Определение задач CV. История развития, обзор систем. Примеры из промышленности и медицины. Практика: установка Python и OpenCV, работа с изображениями, чтение и вывод.

Тема 2. Основы цифровой обработки изображений.

Представление изображений в цифровой форме. Цветовые пространства (RGB, HSV, LAB). Гистограммы яркости, контраст, пороговая обработка. Фильтрация: гауссов, медианный, свёрточный фильтр. Практика: фильтрация изображений, улучшение качества снимков, построение гистограмм.

Тема 3. Детектирование и признаки.

Градиенты, операторы Собеля и Кэнни. Ключевые точки и дескрипторы: SIFT, SURF, ORB. Матчинг изображений. Практика: поиск совпадений объектов на изображениях, регистрация изображений.

Тема 4. Геометрические преобразования.

Масштабирование, поворот, перспектива, аффинные преобразования. Морфологические операции (эрозия, дилатация, открытие, закрытие). Калибровка камер, устранение искажений. Практика: реализация преобразований с помощью OpenCV.

Тема 5. Машинное обучение в CV.

Введение в классификацию изображений. Методы kNN, SVM, Random Forest. Сегментация изображений: пороговые методы, кластеризация (k-means). Практика: классификация изображений при помощи scikit-learn, сегментация объектов.

Тема 6. Нейронные сети и CNN.

Принципы работы свёрточных сетей. Архитектуры LeNet, AlexNet, VGG, ResNet. Transfer Learning и использование предобученных моделей. Практика: обучение CNN в Keras/PyTorch на наборе CIFAR-10.

Тема 7. Современные методы детектирования.

Обзор YOLO, SSD, Faster R-CNN. Примеры применения в реальном времени. Метрики оценки (IoU, Precision, Recall). Практика: использование готовых моделей YOLOv5/YOLOv8 для обнаружения объектов.

Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.

Оптический поток (Lucas–Kanade, Farneback). Алгоритмы трекинга: KCF, CSRT, SORT. Распознавание действий в видео. Встраиваемые системы, мобильное зрение. Медицина, транспорт, промышленность, AR/VR, безопасность. Этические аспекты (распознавание лиц, приватность). Практика: слежение за объектом в видеопотоке, построение треков. Мини-проект: «распознавание лиц / дорожных знаков / дефектов на изделиях».

4.3 Лекции/практические занятия

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия представлено в таблице 4.

Таблица 4

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1. Введение в компьютерное зрение.	Лекция № 1. Введение в компьютерное зрение.	ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1	-	2
		Практическое занятие № 1. Установка Python и OpenCV, работа с изображениями, чтение и вывод.		устный опрос	4
2.	Тема 2. Основы цифровой обработки изображений.	Лекция № 2. Основы цифровой обработки изображений.	ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1	-	2
		Практическое занятие № 2. Фильтрация изображений, улучшение качества снимков, построение гистограмм. Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Интеграция модуля компьютерного зрения в банковскую антифрод-систему. Кейс-задача № 1. Детекция мошеннических операций в банкоматах с помощью компьютерного зрения.		устный опрос	4

№ п/п	Название темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции (индикат оры)	Вид контроль ного меропри ятия	Кол- во часов
3.	Тема 3. Детектирование и признаки.	Лекция № 3. Детектирование и признаки.	ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2	-	2
		Практическое занятие № 3. Поиск совпадений объектов на изображениях, регистрация изображений. Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Геоаналитика полей: сегментация снимков и оценка рисков. Кейс-задача № 1. Сегментация спутниковых снимков для выявления неоднородностей посевов.		устный опрос	4
4.	Тема 4. Геометрические преобразования.	Лекция № 4. Геометрические преобразования.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 4. Реализация преобразований с помощью OpenCV.	ПК-26 (AC-12).1	устный опрос, задача	4
5.	Тема 5. Машинное обучение в CV.	Лекция № 5. Машинное обучение в CV.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 5. Классификация изображений при помощи scikit-learn, сегментация объектов.	ПК-26 (AC-12).1	устный опрос, задача	4
6.	Тема 6. Нейронные сети и CNN.	Лекция № 6. Нейронные сети и CNN.	ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2;	-	2
		Практическое занятие № 6. Обучение CNN в Keras/PyTorch на наборе CIFAR-10.	ПК-26 (AC-12).1	устный опрос	4
7.	Тема 7. Современные	Лекция 7. Современные методы детектирования.	ПК-13 (DL-1).4; ПК-14	-	2

№ п/п	Название темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции (индикат оры)	Вид контроль ного меропри ятия	Кол- во часов
	методы детектирования.	Практическое занятие № 7. Использование готовых моделей YOLOv5/YOLOv8 для обнаружения объектов.	(DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1	устный опрос	4
8.	Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	Лекция № 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1	-	2
		Практическое занятие № 8. Слежение за объектом в видеопотоке, построение треков. Мини-проект: «распознавание лиц / дорожных знаков / дефектов на изделиях». Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Цифровой двойник фермы (животноводство). Кейс-задача № 2. Цифровой двойник кормоцеха: оптимизация рациона и расхода кормов.		устный опрос, задача	6

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины представлены в таблице 5.

Таблица 5

Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Введение в компьютерное зрение.	Концепция развития компьютерного зрения. ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1
2.	Тема 2. Основы цифровой обработки изображений	Методы цифровой обработки изображений. ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1
3.	Тема 3. Детектирование и признаки.	Бизнес-процессы для компьютерного зрения. ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2
4.	Тема 4. Геометрические преобразования.	Кейсы по тематике геометрического преобразования.

№ п/п	Название и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1
5.	Тема 5. Машинное обучение в CV.	Модели машинного обучения в CV для компьютерного зрения. ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1
6.	Тема 6. Нейронные сети и CNN.	Интеллектуальные системы на основе компьютерного зрения. ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1
7.	Тема 7. Современные методы детектирования.	Кейсы с использованием компьютерного зрения в области АПК ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1
8.	Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	Инновации, перспективы развития систем компьютерного зрения в АПК. ПК-13 (DL-1).4; ПК-14 (DL-3).1; ПК-14 (DL-3).2; ПК-26 (AC-12).1

5 Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины используются следующие современные методики и технологии обучения:

- гибкая архитектура программ – 25% содержания ежегодно обновляется с участием индустрии с учетом отраслевой направленности;
- адаптивные технологии взаимодействия с профессионалами из индустрии (наставничество, кейсы от индустриальных партнеров);
- проектно-соревновательный подход – хакатоны и командные решения отраслевых задач;
- проблемно-ориентированное обучение – работа над кейсами от индустриальных партнёров;
- решение практических задач на практических занятиях в лабораториях центра «Институт цифровой трансформации в АПК».

Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий представлено в таблице 6.

Таблица 6

Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Введение в компьютерное зрение.	ПЗ	Компьютерные симуляции (Visual Studio Code (VS Code))

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
2	Тема 2. Основы цифровой обработки изображений	ПЗ	Компьютерные симуляции (Python (с библиотеками Pandas, NumPy, Scikit-learn, TensorFlow))
3	Тема 3. Детектирование и признаки.	ПЗ	Компьютерные симуляции (Open Source Computer Vision Library (OpenCV))
4.	Тема 4. Геометрические преобразования.	ПЗ	Компьютерные симуляции (MATLAB 19a)
5.	Тема 5. Машинное обучение в CV.	ПЗ	Компьютерные симуляции (Python (с библиотеками Pandas, NumPy, Scikit-learn, TensorFlow))
6.	Тема 6. Нейронные сети и CNN.	ПЗ	Компьютерные симуляции (MATLAB 19a)
7.	Тема 7. Современные методы детектирования.	ПЗ	Компьютерные симуляции (Visual Studio Code (VS Code))
8.	Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	ПЗ	Компьютерные симуляции (Open Source Computer Vision Library (OpenCV))

6 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для устного опроса

Тема 1. Введение в компьютерное зрение

1. Что такое компьютерное зрение и какие основные задачи оно решает?
2. В чём различие между обработкой изображений и компьютерным зрением?
3. Назовите основные области применения компьютерного зрения в современном мире.

Тема 2. Основы цифровой обработки изображений

1. Какие существуют цветовые модели и для чего используется каждая из них (RGB, HSV, LAB)?
2. Что такое гистограмма изображения и как она используется для улучшения контраста?
3. Какие типы фильтрации изображений вы знаете и каковы их цели?

Тема 3. Детектирование и признаки

1. Что такое оператор Собеля и как он используется при выделении границ объектов?
2. Объясните разницу между детектированием контуров и выделением ключевых точек.
3. Какие алгоритмы для описания и сопоставления признаков (SIFT, SURF, ORB) вы знаете и в чём их особенности?

Тема 4. Геометрические преобразования

1. Что такое аффинные и проективные преобразования? Приведите примеры.
2. Для чего выполняется калибровка камеры и какие параметры она позволяет определить?
3. Какие морфологические операции применяются в обработке изображений и какие задачи они решают?

Тема 5. Машинное обучение в CV

1. Чем отличается обучение с учителем от обучения без учителя в задачах компьютерного зрения?
2. Как работает алгоритм k-ближайших соседей (kNN) при классификации изображений?
3. В чём суть метода кластеризации k-means и как он может быть применён для сегментации изображений?

Тема 6. Нейронные сети и CNN

1. Объясните принцип работы свёрточного слоя в CNN.
2. Каковы отличительные особенности архитектур AlexNet, VGG и ResNet?
3. Что такое transfer learning и почему он важен в компьютерном зрении?

Тема 7. Современные методы детектирования

1. Как работает архитектура YOLO и чем она отличается от R-CNN?
2. Что такое «якорные рамки» (anchor boxes) и зачем они нужны в детекторах объектов?
3. Какие метрики (IoU, Precision, Recall, mAP) используются для оценки качества детекции?

Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы

1. Что такое оптический поток и какие методы его расчёта вы знаете?
2. В чём различие между детекцией и трекингом объектов в видео?
3. Назовите перспективные направления развития компьютерного зрения (например, AR/VR, автономный транспорт, медицина).

Практические задания

Практическое занятие 1. Введение в компьютерное зрение.

Тема: Установка Python и OpenCV. Работа с изображениями: чтение и вывод.

Цели:

- Освоить базовые операции работы с изображениями в Python.
- Изучить формат хранения изображений и способы их отображения.

Задания:

1. Установить Python, библиотеки ``numpy``, ``opencv-python``, ``matplotlib``.
2. Считать изображение с помощью ``cv2.imread()`` и отобразить его в окне (``cv2.imshow()`` и ``matplotlib.pyplot.imshow()``).
3. Вывести параметры изображения: размер, число каналов, тип данных.
4. Преобразовать изображение в оттенки серого и сохранить результат.
5. Выполнить изменение размера изображения и поворот на 90°.
6. Написать краткий отчёт: как OpenCV хранит пиксели и чем отличаются методы отображения.

Практическое занятие 2. Основы цифровой обработки изображений.

Тема: Фильтрация изображений, улучшение качества снимков, построение гистограмм.

Цели:

- Освоить базовые фильтры и операции контрастирования.
- Научиться строить и анализировать гистограммы.

Задания:

1. Прочитать цветное изображение и преобразовать в серое.
2. Применить фильтры: гауссов, медианный и фильтр размытия.
3. Сравнить результаты фильтрации визуально.
4. Построить гистограмму яркости изображения (``cv2.calcHist()`` или ``plt.hist()``).
5. Применить выравнивание гистограммы (``cv2.equalizeHist()``) и сравнить контраст.
6. Дополнительно: реализовать адаптивное выравнивание гистограммы (CLAHN).

Практическое занятие 3. Детектирование и признаки.

Тема: Поиск совпадений объектов на изображениях, регистрация изображений.

Цели:

- Научиться выделять ключевые точки и сравнивать изображения по дескрипторам.
- Освоить понятие «регистрация изображений».

Задания:

1. Загрузить два изображения одного объекта под разными углами.
2. Найти ключевые точки с помощью ORB, SIFT или SURF.
3. Отобразить найденные точки на изображении (``cv2.drawKeypoints()``).
4. Выполнить сопоставление дескрипторов (``cv2.BFMatcher()`` или ``cv2.FlannBasedMatcher()``).

5. Вычислить гомографию и наложить одно изображение на другое (`cv2.findHomography()`, `cv2.warpPerspective()`).
6. Составить отчёт: какие признаки оказались наиболее устойчивыми.

Практическое занятие 4. Геометрические преобразования.

Тема: Реализация преобразований с помощью OpenCV.

Цели:

- Изучить геометрические операции над изображениями.
- Освоить морфологические методы.

Задания:

1. Реализовать масштабирование, поворот и перенос изображения (`cv2.resize()`, `cv2.warpAffine()`).
2. Выполнить перспективное преобразование (`cv2.getPerspectiveTransform()`).
3. Реализовать морфологические операции: эрозию, дилатацию, открытие и закрытие (`cv2.morphologyEx()`).
4. Применить операции к бинарным изображениям (например, текст или силуэт).
5. Визуально оценить влияние размера ядра на результат.
6. Подготовить вывод о назначении каждой операции.

Практическое занятие 5. Машинное обучение в CV.

Тема: Классификация изображений при помощи scikit-learn. Сегментация объектов.

Цели:

- Освоить применение классических алгоритмов ML к изображениям.
- Изучить простые подходы к сегментации.

Задания:

1. Подготовить набор изображений (например, «яблоки» и «бананы»).
2. Извлечь простые признаки: цветовые гистограммы или усреднённые пиксели.
3. Разделить данные на обучающую и тестовую выборки (`train_test_split`).
4. Обучить классификатор (например, `KNeighborsClassifier` или `SVM`).
5. Оценить точность классификации (`accuracy_score`).
6. Для сегментации — применить алгоритм `k-means` к пикселям изображения (`cv2.kmeans()`).
7. Сравнить результаты при разном количестве кластеров.

Практическое занятие 6. Нейронные сети и CNN.

Тема: Обучение CNN в Keras/PyTorch на наборе CIFAR-10.

Цели:

- Освоить архитектуру свёрточных нейронных сетей.
- Получить базовый опыт обучения моделей на реальных данных.

Задания:

1. Импортировать набор данных `CIFAR-10` из `keras.datasets`.
2. Нормализовать изображения и преобразовать метки.
3. Построить простую модель CNN: Conv2D → MaxPooling → Flatten → Dense.
4. Обучить модель 5–10 эпох, отследить точность на обучающей и тестовой выборках.
5. Визуализировать примеры правильных и ошибочных классификаций.
6. Сохранить модель и веса (`model.save()` / `torch.save()`).
7. Дополнительно: применить transfer learning (предобученная `VGG16` или `ResNet18`).

Практическое занятие 7. Современные методы детектирования.

Тема: Использование готовых моделей YOLOv5/YOLOv8 для обнаружения объектов.

Цели:

- Познакомиться с современными архитектурами детекторов.
- Научиться применять предобученные модели.

Задания:

1. Установить фреймворк `ultralytics` (YOLOv8) или загрузить `YOLOv5` с GitHub.

2. Протестировать модель на собственных изображениях:

```
python
from ultralytics import YOLO
model = YOLO('yolov8n.pt')
results = model('test.jpg', show=True)
```

3. Проанализировать результат: какие объекты распознаны, какие ошибки есть.
4. Измерить скорость обработки (FPS) на изображении или видео.
5. Дополнительно: попробовать дообучение модели на своём наборе изображений (transfer learning).

Практическое занятие 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.

Тема: Слежение за объектом в видеопотоке, построение треков. Мини-проект.

Цели:

- Изучить методы трекинга и анализа движения.
- Разработать мини-проект с практическим применением.

Задания:

1. Считать видеопоток с веб-камеры (`cv2.VideoCapture()`).
2. Реализовать трекинг объекта с помощью `cv2.TrackerCSRT_create()` или `cv2.TrackerKCF_create()`.
3. Отобразить траекторию движения объекта.
4. Сохранить обработанное видео в файл (`cv2.VideoWriter()`).
5. Реализовать мини-проект (на выбор студента):

- Распознавание лиц с использованием ``cv2.CascadeClassifier`` или ``face_recognition``;
 - Определение дорожных знаков;
 - Детекция дефектов на изображениях изделий.
6. Подготовить краткий отчёт и презентацию результатов (визуализация, выводы).

Кейсы

Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Интеграция модуля компьютерного зрения в банковскую антифрод-систему.

Задание. Антифрод-системы РСХБ анализируют транзакционные данные, но не учитывают биометрию. Для повышения защищённости Студент проектирует и внедряет модуль CV для распознавания и верификации лиц. Решение должно интегрироваться в существующую платформу банка, работать как на устройствах в офисах, так и в мобильных приложениях. Важная часть — обеспечить точность и устойчивость моделей при работе на реальных потоках клиентов.

Кейс-задача № 1. Детекция мошеннических операций в банкоматах с помощью компьютерного зрения.

Описание

Мошенничество в банкоматах включает установку скимминговых устройств, фиксацию клавиатуры, манипуляции с картоприёмником и наблюдение за вводом ПИН-кода. Традиционные системы безопасности основаны на механических датчиках и журналах событий, но они не фиксируют визуальные признаки манипуляций. Интеграция модуля компьютерного зрения в антифрод-платформу банка позволит в реальном времени анализировать видеопотоки с банкоматов, выявлять признаки установки накладок, подозрительное поведение пользователей и нестандартные взаимодействия с устройством. CV-модель должна автоматически сигнализировать о рисках и передавать событие в антифрод-ядро для принятия решения.

Цель кейса

Создать модуль компьютерного зрения, интегрированный с антифрод-системой, предназначенный для выявления признаков физического мошенничества у банкоматов в режиме реального времени.

Основные задачи

1. Определить перечень визуальных угроз: скиммеры, накладки на клавиатуру, закрытие камеры, аномальные жесты.
2. Собрать/смоделировать датасет изображений банкоматов и мошеннических устройств.
3. Обучить CV-модель (YOLO/Detectron2) на распознавание аномалий.
4. Реализовать модуль стриминговой обработки видеопотока.

5. Настроить интеграцию с антифрод-ядром: события CV → правила фрод-оценки → уведомления СБ.
6. Оценить точность модели, частоту ложных срабатываний и устойчивость к внешним условиям (освещение, погодные факторы).

Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Геоаналитика полей: сегментация снимков и оценка рисков.

Задание. РСХБ оценивает землю как залог по кредитам. Студент разрабатывает систему, которая анализирует спутниковые снимки и фотографии с дронов: выделяет границы полей, сегментирует культуры и сорняки, рассчитывает индексы здоровья растений. Эти данные становятся частью залоговой оценки и DSS для кредитных экспертов.

Кейс-задача № 1. Сегментация спутниковых снимков для выявления неоднородностей посевов.

Описание

В агрономической практике важно своевременно выявлять участки поля с различиями в состоянии вегетации: зоны угнетения, сорняков, вредителей, недостатка влаги или удобрений. Ручной обход больших площадей невозможен, а стандартные NDVI-карты дают лишь общую картину без детализации структурных аномалий. Геоаналитика на основе сегментации спутниковых и дрон-снимков позволяет автоматически разделять поле на однородные кластеры по степени развития растений. Модель анализирует текстуру, спектральные индексы и цветовые признаки, формируя карту неоднородностей, пригодную для дальнейшего обследования и дифференцированного внесения ресурсов.

Цель кейса

Разработать модуль сегментации полей, который выявляет проблемные участки и визуализирует неоднородности растительности для поддержки оперативных решений агронома.

Основные задачи

1. Собрать набор снимков (спутник, дрон) и предварительно обработать их: выравнивание, нормализация каналов, вычисление NDVI/NDRE.
2. Выбрать модель сегментации (U-Net, DeepLab, Mask R-CNN) и обучить её на размеченных участках поля.
3. Реализовать кластеризацию зон по уровню вегетации и текстуре (K-means/DBSCAN).
4. Создать карту неоднородностей с указанием проблемных участков.
5. Разработать рекомендации: отправка агронома на обследование, подбор действий (полив, удобрения).
6. Оценить точность сегментации и влияние решения на снижение потерь урожайности.

Кейсбук от АО «Россельхозбанк». Цифровой двойник фермы (животноводство).

Задание. На IoT-полигоне моделируется животноводческая ферма. Студент создаёт цифровой двойник: ML-модели продуктивности животных, симуляция процессов кормления и роста, прогноз заболеваний. Система служит инструментом для агробизнеса и банковских решений о кредитах.

Кейс-задача № 2. Цифровой двойник кормоцеха: оптимизация рациона и расхода кормов.

Описание

Кормление — самый затратный элемент животноводства, на который приходится до 60–70% себестоимости продукции. Ошибки в расчётах приводят к перерасходу кормов, недоборке массы и снижению репродуктивных показателей. Цифровой двойник кормоцеха объединяет данные о составе кормов, их питательной ценности, потреблении, динамике поголовья и производственных целях хозяйства. Модель позволяет прогнозировать потребность в кормах, корректировать рацион в зависимости от стадии лактации или откорма, рассчитывать экономический эффект изменений и предотвращать дефицит ресурсов. Система формирует оптимальный рацион и обеспечивает контроль его выполнения.

Цель кейса

Разработать цифровой двойник кормоцеха, обеспечивающий оптимизацию рационов животным и сокращение затрат на кормление без потери продуктивности.

Основные задачи

1. Собрать данные о кормах: калорийность, протеин, клетчатка, стоимость, доступность.
2. Разработать модель животных по группам: телята, нетели, лактирующие коровы, бычки на откорме.
3. Создать цифровую модель кормоцеха с расчётом рационов и прогнозом потребностей.
4. Реализовать алгоритм оптимизации рационов (например, линейное программирование или ML-подход).
5. Настроить контроль исполнения рациона и отчёты о расходе кормов, выявляя отклонения.

Хакатон: «Интеллектуальная система мониторинга состояния растений на основе компьютерного зрения»

Введение

Современный агропромышленный комплекс активно внедряет цифровые технологии, позволяющие повысить качество контроля сельскохозяйственных культур и снизить затраты на производство. Одним из наиболее перспективных направлений является применение методов компьютерного зрения для автоматического анализа состояния растений: выявления болезней, определения степени стрессовых факторов, оценки густоты посадок, мониторинга сорняков и прогнозирования урожайности.

На основе изображений, полученных с камер в теплицах, беспилотных летательных аппаратов или мобильных устройств, возможно в режиме реального времени определять признаки фитопатологий, дефицит питательных веществ или нападение вредителей. Это обеспечивает фермерам своевременные управленческие решения и минимизацию потерь.

Цель хакатона — разработать прототип системы компьютерного зрения, способной автоматически анализировать изображения растений, выявлять отклонения от нормы и предлагать рекомендации. Мероприятие направлено на формирование у студентов навыков разработки CV-моделей, обработки изображений, создания датасетов и интеграции моделей в практические решения для АПК.

Этапы работы

1. Постановка задач и формирование команд (День 1)

Преподаватель представляет основные проблемные области:

- детекция заболеваний растений по листьям;
- сегментация сорной растительности;
- классификация стадий роста культур;
- оценка плотности посадок на снимках с дрона.

Команды выбирают конкретную задачу и получают исходные данные.

2. Подготовка датасета и препроцессинг (День 1–2)

Участники получают изображения или формируют датасет самостоятельно.

Проводят:

- очистку данных;
- аугментацию (повороты, шум, яркость);
- разметку (в LabelImg/Roboflow);
- разделение данных на обучающие и тестовые выборки.

3. Разработка модели компьютерного зрения (День 2–3)

Команды выбирают архитектуру (CNN, MobileNet, ResNet, YOLO, U-Net).

Реализуются этапы:

- обучение модели;
- настройка гиперпараметров;
- оценка точности (accuracy, IoU, F1-score);
- оптимизация для работы на ограниченных устройствах (квантизация, уменьшение модели).

4. Создание рабочего прототипа (День 3)

Команда интегрирует модель в прототип системы: веб-панель, мобильное приложение или интерфейс для агронома. Реализуется:

- загрузка изображения;
- визуализация результата (рамки, маски, классы);
- вывод рекомендаций (например, «признаки фитофтороза», «низкая плотность посадок»).

5. Тестирование и презентация (финал)

Готовые решения оцениваются экспертами по критериям:

- точность работы модели;

- скорость обработки;
- корректность визуализации;
- инновационность и применимость в АПК;
- качество презентации и экономический эффект.

Результат хакатона

Студенты создают реальные прототипы CV-систем для мониторинга состояния растений, получая опыт работы с нейросетями, обработкой изображений, а также понимание того, как компьютерное зрение трансформирует управление сельхозпроизводством.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу традиционной системы положены принципы, в соответствии с которыми происходит формирование оценки за ответ (решение теста), осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся. Критерии оценки успеваемости представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценки успеваемости

Критерии оценки	Оценка
5	Отличное знание теоретических основ имитационного моделирования, владение навыками работы в компьютерной программе. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий
4	Хорошее знание теоретических основ математического моделирования, знание основных основ работы в компьютерной программе для реализации имитационных моделей. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
3	Удовлетворительное знание теоретических основ имитационного моделирования, знание смысла основных моделируемых экономических процессов. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
2	Несоответствие вышеназванным критериям. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум : [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П. С. Романов, И. П. Романова. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 140 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/364964>. - ISBN 978-5-507-47377-9.

2. Алексеев, Д. С. Технологии интеллектуального анализа данных : учебник для вузов / Д. С. Алексеев, О. В. Щекочихин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 176 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/362915>. - ISBN 978-5-507-48763-9.

7.2 Дополнительная литература

1. Москвитин, А. А. Данные, информация, знания: методология, теория, технологии : [Электронный ресурс] : монография / А. А. Москвитин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 236 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/288968>. - ISBN 978-5-507-45865-3.

2. Макшанов, А. В. Современные технологии интеллектуального анализа данных : [Электронный ресурс] : учебное пособие для спо / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 228 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149343>. - ISBN 978-5-8114-5451-8.

3. Остроух, А. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии : [Электронный ресурс] : монография / А. В. Остроух, А. Б. Николаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 308 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/354536>. - ISBN 978-5-507-48511-6.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Гаврилов, Г. В. Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия: методические указания/ Г. В. Гаврилов - М.: МСХА, 2005. - 78 с.

7.4 Перечень статей А/А* и журналов из «Белого списка»

1. V. G. Dhanya, A. Subeesh, N. L. Kushwaha, Dinesh Kumar Vishwakarma, T. Nagesh Kumar, G. Ritika, A. N. Singh «Deep learning based computer vision approaches for smart agricultural applications», Artificial Intelligence in Agriculture, Vol. 6, 2022, pp. 211–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.09.007> URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589721722000174>

2. Xirun Min, Yuwen Ye, Shuming Xiong, Xiao Chen «Computer Vision Meets Generative Models in Agriculture: Technological Advances, Challenges and Opportunities», Applied Sciences, Vol. 15, Issue 14, 2025, Article 7663. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15147663> URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/14/7663>

3. Munir et al., 2024 «Computer vision in smart agriculture and precision farming: Techniques, applications and challenges» Artificial Intelligence in Agriculture, 2024 (предварительная версия) DOI: <https://doi/10.1016/j.aiaa.2024.06.004> URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589721724000266>
4. Подбор конференций уровня A/A*. – URL: https://portal.core.edu.au/conf-ranks/?search=A*+&by=all&source=CORE2023&sort=atitle&page=1
5. Материалы конференции International Conference on Machine Learning (ICML). – URL <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icml/index.html>
6. Материалы конференции ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/kdd/index.html>
7. Материалы конференции Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/nips/index.html>
8. Материалы конференции Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
9. Материалы конференции European Conference on Computer Vision (ECCV). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
10. Материалы конференции IEEE International Conference on Data Mining (ICDM). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icdm/index.html> и др.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Bronstein, M.M., Bruna, J., LeCun, Y., et al. Geometric Deep Learning: Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges – arXiv:2104.13478. – 2021. Фундаментальный труд по геометрическому глубокому обучению, включая GNN.
2. Forsyth, D., Ponce, J. Computer Vision: A Modern Approach— 3rd ed. — Pearson, 2021. — 800 p. — ISBN 978-0-13-608592-8. Подробное описание методов сегментации, классификации и обработки видео.
3. Vaswani, A., et al. Attention Is All You Need [Текст] // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). — 2023. — Vol. 36. — P. 1–15. — DOI: 10.48550/arXiv.2305.00562. Трансформеры для задач компьютерного зрения (ViT, DETR).
4. Prince, S. J. D. Computer Vision: Models, Learning, and Inference / S. J. D. Prince. — Cambridge University Press, 2023. — 600 p. — ISBN 978-1-108-90334-2. Вероятностные модели для генерации и анализа видео.
5. AgFunder Network Partners — <https://agfunder.com/>.
6. Agricultural Technology (AgTech) — <https://www.agtech.com/>.
7. TechCrunch: AgTech — <https://techcrunch.com/tag/agtech/>.

9 Перечень программного обеспечения

Перечень программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Тема 1. Введение в компьютерное зрение.	Visual Studio Code (VS Code)	Компьютерный симулятор	Microsoft	2015 г.
	Тема 2. Основы цифровой обработки изображений	Python (с библиотеками Pandas, NumPy, Scikit-learn, TensorFlow)	Компьютерный симулятор	Python Software Foundation	1991г. и позже
2.	Тема 3. Детектирование и признаки.	Open Source Computer Vision Library (OpenCV)	Компьютерный симулятор	Apache Software Foundation	1995г. и позже
3.	Тема 4. Геометрические преобразования.	MATLAB 19a	Компьютерный симулятор	MathWorks	2019 г.
4.	Тема 5. Машинное обучение в CV.	Python (с библиотеками Pandas, NumPy, Scikit-learn, TensorFlow)	Компьютерный симулятор	Python Software Foundation	1991г. и позже
5.	Тема 6. Нейронные сети и CNN.	MATLAB 19a	Компьютерный симулятор	MathWorks	2019 г.
7.	Тема 7. Современные методы детектирования.	Visual Studio Code (VS Code)	Компьютерный симулятор	Microsoft	2015 г.
8.	Тема 8. Анализ видео и трекинг. Применения и перспективы.	Open Source Computer Vision Library (OpenCV)	Открытая лицензия	Apache Software Foundation	1995г. и позже

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Инфраструктурное обеспечение ОПОП ВО в области искусственного интеллекта

Инфраструктура для реализации базового блока по глубокому и машинному обучению при подготовки бакалавров направления 09.03.03 Прикладная информатика по профилю «Системы искусственного интеллекта» включает аппаратное оборудование и специализированное программное обеспечение для выполнения высокопроизводительных вычислений, и позволяет выполнять для эффективное обучения глубоких нейронных сетей, использовать фреймворки для разработки и развёртывания моделей глубоких нейронных сетей, инструменты управления данными для обработки и хранения данных, облачные платформы, периферийные устройства и датчики для создания систем искусственного интеллекта под задачи агропромышленного комплекса, что обеспечивает формирование практических навыков и компетенций у обучающихся, необходимых в профессиональной деятельности в сфере искусственного интеллекта и анализа данных.

Аппаратная части инфраструктуры позволяет решить задачи

- обеспечения высокопроизводительных вычислений для обработки больших объёмов данных и тренировки моделей машинного обучения;
- развёртывания специализированных серверов и облачных сервисов для GPU-вычислений и распределённых расчётов;
- организации хранилищ данных с высокой пропускной способностью и масштабируемостью;
- обеспечить возможность параллельной обработки больших объёмов данных за счёт высокопроизводительных серверов и вычислительных кластеров позволяют масштабировать обучение моделей, .

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения с использованием аппаратных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

- 17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9, графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090, 128 ГБ оперативной памяти и 1 ТБ SSD;
- серверное оборудование: два модуля с суммарной производительностью 772 потока, 262 ГБ оперативной памяти и 87 ТБ SSD;
- высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold/Platinum;
- GPU-кластер на базе NVIDIA H100 (7168 ГБ ОЗУ, 110 производительных ядер, 220 потоков, 400 ГБ видеопамяти, 84 480 CUDA-ядер, 72 ТБ хранилища, сеть 10 Гбит/с с резервированием);
- системы хранения Lenovo Storage V3700 V2 и «Гравитон» (до 600 накопителей, поддержка NVMe/SAS/SATA, интеграция с VMware, Hyper-V и Proxmox).

Программная часть инфраструктуры

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин

глубокого обучения осуществляется с использованием программных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих:

1. Экосистему разработки и анализа данных

Инструменты для работы с данными, построения моделей, автоматизации и оптимизации процессов:

- Языки и окружения: Jupyter, Anaconda, Google Colaboratory, Visual Studio Code (VS Code), GitFlic.
- Библиотеки машинного обучения: Scikit-learn, Theano, Apache MXNet, Chainer, Fast.ai, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), Deeplearning4j, ML.NET, XGBoost, Rasa, DeepSpeed.
- Фреймворки и системы глубокого обучения: TensorFlow, PyTorch, Keras, PaddlePaddle, Hugging Face Transformers.
- Инструменты для распределённых вычислений и управления процессами: Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Airflow, Apache NiFi, Dask, Ray, Optuna, MLflow.
- Средства интеграции и потоковой обработки: Apache Kafka.
- Статистический и математический анализ: EViews, Stata/IC, Statistica 6 Ru, Mathcad Express, Wolfram Mathematica.
- Инструменты для моделирования и симуляций: Anilogic.
- Среды разработки интерфейсов: Qt Creator, Qt Designer.

2. Инструменты компьютерного зрения и анализа изображений

Используются для обработки фото-, видео- и сенсорных данных:

- Библиотеки и фреймворки: Open Source Computer Vision Library (OpenCV), Caffe, ONNX (Open Neural Network Exchange), Fast.ai, PaddlePaddle.
- Специализированные пакеты: Scanex image processor, Point Cloud Library (PCL).

3. BI-платформы и инструменты аналитики

Для визуализации, аналитики и принятия решений:

- BI-системы и дашборды: QGIS, PowerBI, Grafana.
- Отраслевые инструменты: ExactFarming, ExactScoring.

4. Системы управления данными и базами

Реляционные и нереляционные СУБД:

- PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB.

Лекции проводятся в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийным проектором для демонстрации компьютерных презентаций. Для проведения практических занятий по дисциплине «Компьютерное зрение» необходима компьютерная аудитория.

Инфраструктура для реализации базового блока по глубокому и машинному обучению при подготовки бакалавров включает аппаратное оборудование и специализированное программное обеспечение для выполнения высокопроизводительных вычислений, и позволяет использовать фреймворки для разработки и развёртывания моделей глубоких нейронных

сетей, инструменты управления данными для обработки и хранения данных, облачные платформы, периферийные устройства и датчики для создания систем искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе, что обеспечивает формирование практических навыков и компетенций у обучающихся, необходимых в профессиональной деятельности в сфере искусственного интеллекта и анализа данных.

Аппаратная части инфраструктуры позволяет решить задачи:

- обеспечения высокопроизводительных вычислений для обработки больших объёмов данных и тренировки моделей машинного обучения;
- развёртывания специализированных серверов и облачных сервисов для GPU-вычислений и распределённых расчётов;
- организации хранилищ данных с высокой пропускной способностью и масштабируемостью;
- обеспечить возможность параллельной обработки больших объёмов данных за счёт высокопроизводительных серверов и вычислительных кластеров, что позволяет масштабировать обучение моделей.

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения с использованием аппаратных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории искусственного интеллекта, включая:

1. 17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9 и графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090 128 ГБ оперативной памяти, 1 ТБ SSD накопителей

2. Серверное оборудование:

- 2 модуля с суммарным количеством 772 потоков;
 - 262 ГБ оперативной памяти, 87 ТБ SSD хранилища;
 - Высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold и Platinum;
- Вычислительный кластер на базе NVIDIA H100;
- 7168 ГБ оперативной памяти;
 - 110 производительных ядер, 220 высокоэффективных потоков;
 - 400 ГБ видеопамяти, 84480 ядер CUDA;
 - 72 ТБ высокоскоростного хранилища;
 - 10 Гбит сеть с резервированием.

Программная часть инфраструктуры включает:

- экосистему инструментов разработки и анализа данных (Python, R, TensorFlow, PyTorch);
- библиотеки и фреймворки для глубокого обучения и AI-разработки;
- инструменты визуализации и мониторинга производительности моделей.

Проведение учебных занятий (практических и лабораторных), курсовых работ и проектов работ, проектной деятельности, по блокам дисциплин глубокого обучения осуществляется с использованием программных средств поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и

лаборатории искусственного интеллекта классов, включающих популярные фреймворки TensorFlow, PyTorch, Keras и MXNet. Эти инструменты предоставляют библиотеки и API для разработки, тренировки и развертывания моделей глубокого обучения.

Кроме того, специализированное ПО включает инструменты эффективного управления большими объемами данных, такие как Hadoop и Spark, а также вспомогательное ПО: Jupyter, Open Source Computer Vision Library (OpenCV), Visual Studio Code (VS Code), Anaconda, GitFlic, Scanex image processor, QGIS, Anilogic, Scikit-learn, Theano, Apache MXNet, Apache Hadoop, Apache Spark, Apache Airflow, Apache NiFi, Caffe, ONNX (Open Neural Network Exchange), Chainer, Fast.ai, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), PaddlePaddle, Hugging Face Transformers, Deeplearning4j, ML.NET, XGBoost (eXtreme Gradient Boosting), Dask Rasa, DeepSpeed, MLflow, Ray, Optuna, PCL (Point Cloud Library), ROS (Robot Operating System), EViews, Stata/IC, Statistica 6 Ru, Mathcad Express, Apache Kafka, Wolfram Mathematica, Google Colaboratory, Qt Creator, Qt Designer, PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB.

В учебном процессе используется инфраструктура учебно-научных лабораторий Центра «Проектный институт цифровой трансформации АПК», деятельность которого построена на принципах синергии между академическими знаниями и реальными потребностями агропромышленного комплекса. Стратегия направлена на создание устойчивой экосистемы, где студенты, преподаватели и бизнес-партнёры совместно разрабатывают решения для цифровизации отрасли, используя R&D-направления как основу для образовательных модулей и кейсов:

1. IoT-лаборатория: тестирование защищённых каналов управления агро-датчиками и автоматизированными системами (IPv6, 5G).
2. Лаборатория больших данных: разработка методик контроля качества и предобработки исходных данных.
3. Лаборатория цифровых двойников: моделирование виртуальных агро-объектов с оценкой надёжности и отказоустойчивости.
4. Лаборатория ГИС и ДЗЗ: адаптация геопространственных платформ под точное земледелие.
5. Лаборатория информационной безопасности: аудит и пентест агро-ИТ-систем.
6. Лаборатория биоинформатики: обработка и структурирование биоданных.
7. Лаборатория цифровых продуктов: прототипирование интерфейсов и API для агро-решений.
8. Лаборатория ИИ в АПК: верификация и сертификация отраслевых ИИ-моделей.

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями представлены в таблице 9.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Аудитория для проведения занятий лекционного типа №32, уч. корпус №21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Корпус 1, Аудитория 201	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Корпус 1, Аудитория 206	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

11 Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Посещение лекционных (с конспектированием рассматриваемых вопросов) и практических занятий (с выполнением практических работ), а также проработка рекомендуемой литературы являются необходимым и достаточным условием для получения необходимых знаний, практических умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Подготовка студентов к занятиям носит индивидуальный характер, но такая подготовка должна включать изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, что позволяет усвоить необходимые знания по изучаемой теме. Для получения консультаций по вопросам, ответы на которые студент не смог найти в процессе проработки материалов, предусмотрено внеаудиторное время. Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с методическими указаниями и должна быть выполнена в

объеме, предусмотренном данной рабочей программой. Самостоятельная работа формирует навыки поиска необходимой информации и способствует лучшему усвоению материала.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие лекционного типа, обязан отработать его в одной из следующих форм:

- индивидуальная консультация по инициативе студента (рекомендуемая форма);
- индивидуальная проработка студентом лекционного материала по рекомендуемой литературе, компьютерным презентациям и конспектам, выполненным другими студентами, с последующим устным опросом;
- реферат на тему, предложенную преподавателем.

Трудоемкость реферата не может превышать количества часов лекционных занятий, пропущенных студентом. Рекомендуемый объем реферата – не более 10 страниц. Оригинальность реферата проверяется. По требованию преподавателя студент должен быть готов представить доказательства оригинальности реферата (например, ксерокопии использованных источников, сайты в сети Интернет, копии библиотечных абонентских карточек и др.), а также объяснить значения терминов, встречающихся в реферате.

С разрешения преподавателя студент имеет право отработать пропущенное практическое задание самостоятельно и отчитаться по нему на ближайшем практическом занятии (если это не противоречит его плану) либо во время, назначенное преподавателем для индивидуальных консультаций.

Если самостоятельная отработка практической работы невозможна по техническим причинам либо в связи с недостаточной подготовленностью студента, то кафедра прикладной информатики организует дополнительное практическое занятие для всех студентов, не выполнивших практические работы в срок и не отработавших их самостоятельно.

Пропуск занятия по документально подтвержденной деканатом уважительной причине не является основанием для снижения оценки выполненной практической работы.

12 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для обеспечения большей наглядности лекционные занятия должны проводиться в аудиториях, оборудованных проекционной аппаратурой для демонстрации компьютерных презентаций. По каждой теме (вопросу) преподаватель должен сформировать список рекомендуемой литературы.

Начало практических занятий следует отводить под обсуждение вопросов студентов по содержанию и методике выполнения практических

работы. Допускается при таком обсуждении использование одной из технологий интерактивного обучения. Для проведения индивидуальных консультаций должно быть предусмотрено внеаудиторное время. При проведении практических занятий для формирования необходимых компетенций следует использовать активные и интерактивные образовательные технологии, описанные в п. 5 данной рабочей программы. Невыполнение требований к практическим заданиям является основанием для повторного выполнения практической работы с измененным вариантом заданий и снижения оценки.

Контроль знаний студентов проводится в формах текущей аттестаций. Текущая аттестация студентов проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических и тестовых заданий, устного опроса, а также на контрольной неделе. Промежуточная аттестация студентов проводится в форме зачета (7 семестр).

Программу разработал:

Разработчик (и): Невзоров А.С., ст. преподаватель
(подпись)



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.15

«Компьютерное зрение» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр)

Щедриной Е.В., кандидатом педагогических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Компьютерное зрение» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Системы искусственного интеллекта» - разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедры статистики и кибернетики (разработчик – Невзоров Александр Сергеевич, старший преподаватель).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Компьютерное зрение» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Компьютерное зрение» закреплены три компетенции (четыре индикаторов). Дисциплина «Компьютерное зрение» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «» составляет 108 часа / 3 зач.ед.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Компьютерное зрение» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО, компетентностно-ролевой модели и Учебного плана по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Компьютерное зрение» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Компьютерное зрение» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Компьютерное зрение».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Компьютерное зрение» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр) - разработанная Невзоров Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры статистики и кибернетики, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Щедрин Е.В., кандидат педагогических наук,
доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов



(подпись)

«28» августа 2025