

**Федеральное государственное образовательное
бюджетное учреждение высшего образования**

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ
ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных и машинного обучения
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по учебной
и методической работе**

_____ **Е.А. Каменева**

25.04.2023 г.

А.И. Лабинцев

Машинное зрение

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

09.03.03-Прикладная информатика,

ОП «Инженерия данных», ОП «Прикладная информатика»,

ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах»

Рекомендовано Ученым советом

*Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №31 от 18.04.2023г.)*

Одобрено Советом учебно-научного

Департамента анализа данных и машинного обучения

(протокол №2 от 29.03.2023г.)

Москва 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Наименование дисциплины.....	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине.....	2
3. Место дисциплины в структуре образовательных программ.....	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся (в семестре, в сессию).....	4
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	5
5.1. Содержание дисциплины.....	5
5.2. Учебно-тематический план.....	6
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	7
6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	8
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю...9	
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	10
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	13
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем.....	15
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16

1. Наименование дисциплины

«Машинное зрение».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ОП «Инженерия данных», ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах»			
ПКН-4	Способность проектировать и создавать интеллектуальные информационные системы, выбирать метод обучения в соответствии с анализом задачи	Демонстрирует знание основных понятий машинного обучения и интеллектуального анализа данных, понимание области и границ применимости, основные виды задач.	Знать: Основные понятия машинного обучения. Уметь: Выбирать метод обучения в соответствии с анализом задачи.
		Демонстрирует знание популярных инструментальных средств машинного обучения, собирает датасет, строит модели, проводит их анализ и диагностику, делает содержательные выводы.	Знать: Современные инструментальные средства построения моделей машинного зрения. Уметь: Сбор, анализ и разметка данных. Диагностика процесса обучения и выбор оптимальных гиперпараметров.
		Презентабельно демонстрирует результаты анализа данных и машинного обучения в форме, доступной непрофессионалу, структурирует отчет по проведенному анализу.	Знать: Основные метрики и инструменты оценки производительности моделей машинного зрения. Уметь: Собирать основные метрики в процессе обучения модели. Оценить качество модели и составить отчет. Представить результат обучения и анализа в доступной форме.

ОП «Прикладная информатика»			
ПКП-7	Способность провести статистический анализ данных, в том числе разнородных и данных большого объема	Демонстрирует методы анализа статистических данных, рассчитывает показатели качества статистического анализа данных в зависимости от объема выборки.	Знать: Основные методы анализа статистических данных. Уметь: Рассчитывать показатели качества статистического анализа данных в зависимости от объема выборки.
		Разрабатывает алгоритмы для обработки больших данных.	Знать: Основные алгоритмы для обработки больших данных. Уметь: Разрабатывать алгоритмы для обработки больших данных.
		Обосновывает выбор методов статистического анализа в зависимости от типов данных, в том числе нечисловых данных.	Знать: Основные типы данных, в том числе нечисловые. Основные методы статистического анализа. Уметь: Обосновать выбор метода статистического анализа в зависимости от типов данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательных программ

Дисциплина «Машинное зрение» является дисциплиной Цикла профиля (элективный) по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика, ОП «Инженерия данных», ОП «Прикладная информатика», ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся (в семестре, в сессию)

очная форма обучения / очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 6 / 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. 108 ч.	108 ч.
Контактная работа – Аудиторные занятия	34	34
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Самостоятельная работа	74	74
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

заочная форма обучения / заочная форма обучения (ИОО)

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 8 / 8 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. 108 ч.	108 ч.
Контактная работа – Аудиторные занятия	10/12	10/12
<i>Лекции</i>	<i>2/4</i>	<i>2/4</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>8/8</i>	<i>8/8</i>
Самостоятельная работа	98/96	98/96
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема1. Введение в машинное зрение

История и основные понятия машинного зрения. Задачи и проблемы машинного зрения. Модели изображений в пространстве.

Тема 2. Классические методы машинного зрения

Математический аппарат цифровой обработки изображений. Выравнивание гистограмм. Морфологические операции. Обнаружение углов и границ.

Тема 3. Нейросетевые классификаторы изображений

Линейные классификаторы изображений. SVM классификатор. Hinge loss. Softmax классификатор. Cross entropy loss. Регуляризация классификатора изображений. Оптимизация параметров (обучение) линейного классификатора изображений.

Тема 4. Сверточные нейронные сети

Многослойные нелинейные классификаторы изображений. Механизм обратного распространения ошибки. Сверточные слои.

Тема 5. Сегментация и детекция

Архитектуры современных нейросетей для извлечения признаков. Кодирование и декодирование. Семантическая сегментация. Классификация с локализацией объекта. Детекция объектов.

5.2. Учебно-тематический план

очная форма обучения, очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т. ч.:	Лекции	Семинары, практичес кие занятия		
1	Введение в машинное зрение	14	4	2	2	10	Самостоятельн ые работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям.
2	Классические методы машинного зрения	22	6	2	4	16	
3	Нейросетевые классификаторы изображений	24	8	4	4	16	
4	Сверточные нейронные сети	24	8	4	4	16	
5	Сегментация и детекция	24	8	4	4	16	
	В целом по дисциплине	108	34	16	18	74	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		31	47	53	69	

заочная форма обучения / заочная форма обучения (ИОО)

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоя тельная работа	
			Общая, в т. ч.:	Лекции	Семинары, практичес кие занятия		
1	Введение в машинное зрение	20 / 18	2 / 2	2 / 2	-	18 / 16	Самостоятельн ые работы. Участие в решении задач на
2	Классические методы	22 / 24	2 / 4	- / 2	2 / 2	20 / 20	

	машинного зрения						практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям.
3	Нейросетевые классификаторы изображений	22 / 22	2 / 2	-	2 / 2	20 / 20	
4	Сверточные нейронные сети	22 / 22	2 / 2	-	2 / 2	20 / 20	
5	Сегментация и детекция	22 / 22	2 / 2	-	2 / 2	20 / 20	Согласно учебному плану: контрольная работа
	В целом по дисциплине	108	10 / 12	2 / 4	8 / 8	98 / 96	
	Итого в %		9 / 11	20 / 33	80 / 67	91 / 89	

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Введение в машинное зрение	История развития машинного зрения. Форматы изображений. Цветовые модели. Библиотека opencv. Базовые методы. <i>Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[3]</i>	Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений
Классические методы машинного зрения	Выравнивание гистограмм. Свертка с заданными масками. Оператор Собеля. Морфологические преобразования. Аффинные преобразования. <i>Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[3]</i>	Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений
Нейросетевые классификаторы изображений	Softmax преобразование. Функция потерь Cross Entropy Loss. Стохастический градиентный спуск. Оптимизация параметров линейного классификатора. Поиск оптимальных гиперпараметров. <i>Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[3]</i>	Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений

Сверточные нейронные сети	Сверточные слои нейросетей. Сокращение размерности Pooling. Архитектура классификатора LeNet. Поиск оптимальных гиперпараметров и архитектуры.	Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений
Сегментация и детекция	Создание датасета машинного зрения из объекта python generator. Визуализация изображений и масок. Архитектура семантической сегментации Unet. Обучение и сохранение модели. Оценка производительности модели. <i>Рекомендуемые источники: п.8, [1]-[3]</i>	Интерактивная форма, Практикум по решению задач по тематике занятия в малых группах (2-4 студента) и коллективное обсуждение решений

6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Введение в машинное зрение	История развития машинного зрения. Форматы изображений. Цветовые модели. Библиотека opencv. Базовые методы.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Классические методы машинного зрения	Выравнивание гистограмм. Свертка с заданными масками. Оператор Собеля. Морфологические преобразования. Аффинные преобразования.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Нейросетевые классификаторы изображений	Softmax преобразование. Функция потерь Cross Entropy Loss. Стохастический градиентный спуск. Оптимизация параметров линейного классификатора. Поиск оптимальных гиперпараметров.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.

Сверточные нейронные сети	Сверточные слои нейросетей. Сокращение размерности Pooling. Архитектура классификатора LeNet. Поиск оптимальных гиперпараметров и архитектуры.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.
Сегментация и детекция	Создание датасета машинного зрения из объекта python generator. Визуализация изображений и масок. Архитектура семантической сегментации Unet. Обучение и сохранение модели. Оценка производительности модели.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к каждому занятию.

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерный перечень вопросов к контрольной работе

1. История и основные понятия машинного зрения.
2. Задачи машинного зрения.
3. Проблемы машинного зрения.
4. Цветовые модели изображений.
5. Форматы цифровых изображений.
6. Математический аппарат цифровой обработки изображений.
7. Выравнивание гистограмм.
8. Морфологические операции.
9. Обнаружение углов и границ.

Примерные задания контрольной работы

1. Выполните загрузку, преобразование цвета и вычислите основные статистики изображения.
2. Выполните и отобразите результат свертки с тремя заданными масками (kernels).
3. Выполните и отобразите результат эрозии и дилатации.

4. Реализуйте и отобразите два любых на выбор аффинных преобразования.

5. Реализуйте вычисление преобразования Softmax.

6. Реализуйте вычисление Hinge Loss.

7. Реализуйте вычисление Cross Entropy Loss.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных и машинного обучения.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе **2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ОП «Инженерия данных», ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах»			
ПKN-4. Способность проектировать и создавать интеллектуальные информационные системы, выбирать метод обучения в соответствии с анализом задачи	Демонстрирует знание основных понятий машинного обучения и интеллектуального анализа данных, понимание области и границ применимости, основные виды задач.	Знать: Основные понятия машинного обучения. Уметь: Выбирать метод обучения в соответствии с анализом задачи.	Исходя из условий задачи, предложите метод и подходящий инструмент для ее решения. Обоснуйте выбор библиотеки.
	Демонстрирует знание популярных инструментальных средств машинного обучения,	Знать: Современные инструментальные средства построения моделей машинного зрения.	Соберите датасет для бинарной классификации из 10 изображений на класс. Переобучите модель

	собирает датасет, строит модели, проводит их анализ и диагностику, делает содержательные выводы.	Уметь: Сбор, анализ и разметка данных. Диагностика процесса обучения и выбор оптимальных гиперпараметров.	VGG16 до 100% точности на малой выборке.
	Презентабельно демонстрирует результаты анализа данных и машинного обучения в форме, доступной непрофессионалу, структурирует отчет по проведенному анализу.	Знать: Основные метрики и инструменты оценки производительности моделей машинного зрения. Уметь: Собирать основные метрики в процессе обучения модели. Оценить качество модели и составить отчет. Представить результат обучения и анализа в доступной форме.	Реализуйте функцию вычисления коэффициента Жаккара средствами библиотеки numpy.
ОП «Прикладная информатика»			
ПКП-7. Способность провести статистический анализ данных, в том числе разнородных и данных большого объема.	Демонстрирует методы анализа статистических данных, рассчитывает показатели качества статистического анализа данных в зависимости от объема выборки.	Знать: Основные методы анализа статистических данных. Уметь: Рассчитывать показатели качества статистического анализа данных в зависимости от объема выборки.	Сгенерируйте три выборки случайных чисел размером 100, 1000 и 10^6 с распределением Пуассона средствами numpy. Вычислите статистическую погрешность оценки математического ожидания для каждой выборки.
	Разрабатывает алгоритмы для обработки больших данных.	Знать: Основные алгоритмы для обработки больших данных. Уметь: Разрабатывать алгоритмы для обработки больших данных.	Реализуйте линейный классификатор изображений средствами numpy.
	Обосновывает выбор методов статистического анализа в зависимости от типов данных, в том числе нечисловых данных.	Знать: Основные типы данных, в том числе нечисловые. Основные методы статистического анализа. Уметь: Обосновать выбор метода статистического анализа в зависимости от типов данных.	Постройте гистограмму распределения вероятности для выборки средствами matplotlib.

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. История и основные понятия машинного зрения.
2. Задачи машинного зрения.
3. Проблемы машинного зрения.
4. Цветовые модели изображений.
5. Форматы цифровых изображений.
6. Математический аппарат цифровой обработки изображений.
7. Выравнивание гистограмм.
8. Морфологические операции.
9. Обнаружение углов и границ.
10. Линейные классификаторы изображений.
11. SVM классификатор. Hinge loss.
12. Softmax классификатор. Cross entropy loss.
13. Регуляризация классификатора изображений.
14. Оптимизация параметров (обучение) линейного классификатора изображений.
15. Многослойные нелинейные классификаторы изображений.
16. Механизм обратного распространения ошибки.
17. Сверточные слои.
18. Архитектуры современных нейросетей для извлечения признаков.
19. AlexNet.
20. VGGNet.
21. GoogleNet.
22. ResNet.
23. Кодирование и декодирование.
24. Семантическая сегментация.
25. Классификация с локализацией объекта.
26. Детекция объектов в один этап.
27. Детекция объектов в два этапа.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: учебное пособие / В. В. Селянкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 152 с. – ЭБС Лань. - URL: <https://e.lanbook.com/book/173806> (дата обращения: 27.04.2023). - Текст: электронный.

2. Бугаев, Д. П. Компьютерное зрение в задачах идентификации и распознавания поверхностных дефектов тонколистового проката : монография / Д. П. Бугаев. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ЭБС Лань. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160001> (дата обращения: 27.04.2023). — Текст: электронный.

Дополнительная литература:

3. Селянкин, В. В. Решение задач компьютерного зрения: учебное пособие: ВО – Магистратура. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2016. - 92 с. – ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <http://new.znanium.com/go.php?id=991922> (дата обращения: 27.04.2023). - Текст: электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства Проспект <http://ebs.prospekt.org/books>

7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
<https://e.lanbook.com/>
8. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников»
<https://grebennikon.ru/>
9. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
11. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
12. СПАРК <https://spark-interfax.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основные этапы работы студента по дисциплине *Машинное зрение*:

1. Предварительная ориентировка в подлежащем изучению учебном материале по программе.
2. Ознакомление с рекомендованной учебной литературой.
3. Слушание и конспектирование лекций, а также выполнение других видов учебной работы.
4. Планирование самостоятельной работы.
5. Обобщение и систематизация информации, почерпнутой из семинаров и прочитанной литературы.
6. Выполнение контрольной работы.

Рекомендации по работе с учебным материалом:

1. Осознавайте наличный уровень полученных вами знаний.
2. В ситуации непонимания нужно выявить тот первичный уровень и факторы непонимания, которые стали препятствием понимания последующего.
3. Задавайте сами себе вопросы и пытайтесь ответить на них.

Рекомендации по работе на лекции и с лекционным материалом:

1. Основная задача на лекции – осмысление излагаемого в ней материала. Для этого необходимо слушать лекцию с самого начала, не упуская общих,

ориентирующих в материале рассуждений и установок лектора.

2. Ведение записей на лекции важно и полезно для лучшего осмысливания материала, для сохранения информации, с целью ее дальнейшего использования.
3. Для облегчения записи рекомендуется применять сокращения повторяющихся терминов или хорошо известных понятий.

Рекомендации по работе с литературой:

1. Если возникли затруднения при разыскивании материала, по какому-либо конкретному вопросу, следует обратиться к предметному указателю, напечатанному, как правило, в конце каждого литературного источника.
2. Предметный указатель – это алфавитный список основных научных понятий (терминов), содержание которых раскрыто в книге, рядом с термином стоят числа, обозначающие номера страниц, на которых изложен материал, относящийся к данному понятию.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

Пакет офисных программ,
Антивирус Kaspersky.

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Информационно-правовая система «Гарант»,
Информационно-правовая система «Консультант Плюс»,
Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» -
<http://www.skrin.ru/>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации: не предусмотрены.

11.4. Язык программирования Python 3.x в среде Windows.

11.5. Платформа для научных исследований, основанная на языке программирования Python, Anaconda, Jupyter.

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

Наличие аудитории, оснащенной компьютерной техникой и проектором, с возможностью подключения к сети «Интернет».