

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
методической работе

_____ Е.А. Каменева

24.05.2024 г.

Андрянов Н. А.

Оптимизация систем компьютерного зрения

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки:
01.04.02-Прикладная математика и информатика,
Направленность программы: «Компьютерное зрение»

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 44 от 21.05.2024 г.)*

*Одобрено советом Кафедры анализа данных и машинного обучения
(протокол № 01 от 06.05.2024 г.)*

Москва 2024

СОДЕРЖАНИЕ

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 образовательной программы.....	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	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. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	9
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	10
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	17
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	21
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22

1. Наименование дисциплины

«Оптимизация систем компьютерного зрения».

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

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПК-3	Способность применять классические методы машинного обучения	1. Демонстрирует знание основ интеллектуального анализа данных и машинного обучения, принципы и особенности применения глубокого обучения.	Знает: методы интеллектуального анализа данных, машинного и глубокого обучения, в том числе с использованием параллельных вычислений Умеет: использовать методы интеллектуального анализа данных с применением параллельных вычислений для ускорения процесса обучения
		2. Демонстрирует знание постановки задач и основные методы обучения с учителем и без учителя и применяет их на практике.	Знает: инструменты оптимизации CPU процессоров компании Intel, инструменты оптимизации GPU процессоров NVIDIA в задачах реализации методов обучения и инференса Умеет: применять инструменты оптимизации моделей машинного и глубокого обучения для эффективного решения задач компьютерного зрения на практике
		3. Владеет основными инструментальными средствами интеллектуального анализа данных и машинного обучения.	Знает: основные инструментальные средства для интеллектуального анализа данных и машинного обучения применительно к оптимизированным системам компьютерного зрения Умеет: применять на практике инструментальные средства для оптимизации разрабатываемых моделей глубокого обучения в области компьютерного зрения

ПК-4	Способность разрабатывать модели машинного обучения с использованием машинного зрения	1. Демонстрирует знание основных принципов и порядка применения библиотек, программных платформ (фреймворков) и программных комплексов машинного обучения.	<p>Знает: библиотеки и фреймворки для решения задач классификации изображений, детекции объектов на изображениях, сегментации изображений</p> <p>Умеет: использовать функционал специализированных библиотек, программных платформ для оптимизированного решения задач машинного обучения в области компьютерного зрения</p>
		2. Использует методы машинного обучения и глубокого обучения для задач компьютерного зрения.	<p>Знает: модели и методы машинного и глубокого обучения с тонкой настройкой параметров, прунингом, квантизацией и регуляризацией</p> <p>Умеет: применять методы и модели машинного и глубокого обучения с тонкой настройкой, прунингом, квантизацией и регуляризацией при решении задач компьютерного зрения</p>
		3. Демонстрирует знание и умение применения в задачах промышленного программирования существующих инструментальных средств поддержки компьютерного зрения.	<p>Знает: инструментальные средства компьютерного зрения, используемые для оптимизации работы интеллектуальных систем</p> <p>Умеет: в рамках задач промышленного программирования встраивать оптимизированные модели компьютерного зрения, в том числе с использованием инструментальных средств поддержки</p>
		4. Демонстрирует знание основных задач и областей применения систем компьютерного зрения, обосновывает их применимость к решению конкретной практико-ориентированной задачи.	<p>Знает: современный стек прикладных задач компьютерного зрения и аппаратных решений для оптимизации моделей для практико-ориентированных задач</p> <p>Умеет: оценивать эффективность и производительность моделей, обосновывать их выбор при решении практико-ориентированных задач компьютерного зрения</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптимизация систем компьютерного зрения» относится к Модулю дисциплин по выбору, углубляющих освоение программы магистратуры «Компьютерное зрение» по направлению подготовки 01.04.02-Прикладная математика и информатика.

Изучение дисциплины «Оптимизация систем компьютерного зрения» базируется на знаниях, полученных в рамках изучения дисциплин «Построение и оценка моделей машинного обучения», «Современные нейросетевые технологии». Изучается параллельно с дисциплиной «Прикладные модели и методы компьютерного зрения», может быть полезной для написания выпускной квалификационной работы по теме, связанной с разработкой высокопроизводительных систем компьютерного зрения.

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

Таблица 2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Модуль 6 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа - Аудиторные занятия	30	30
<i>Лекции</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
Самостоятельная работа	78	78
Вид текущего контроля		Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации		Зачет

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

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Прикладные задачи обработки изображений

Распознавание изображений. Эталонные изображения. Корреляционный анализ. Обнаружение сигналов на изображении. Детерминированные сигналы. Оптимальный детектор. Недетерминированные сигналы. Обнаружение аномалий на изображениях. Задачи сегментации изображений. Задача обработки видеопоследовательности изображений. Модели межкадровых геометрических деформаций.

Тема 2. Машинное обучение в компьютерном зрении

Представление изображений в цифровом виде. Задача классификации изображений. Одномерное представление изображений. Модели машинного обучения для классификации изображений. Метод опорных векторов. Логистическая регрессия. Деревья решений. Ансамблевые модели. Бустинг. Бэггинг. Стекинг. Глубокое обучение в распознавании изображений. Искусственные нейронные сети. Стохастический градиентный спуск. Метод обратного распространения ошибки. Функции активации. Оценка эффективности классификации. Сверточные нейронные сети. Автоматическое машинное обучение. Разметка данных. Трансферное обучение.

Тема 3. Методы регуляризации

Переобучение и недообучение моделей компьютерного зрения. Инициализация весов. Регуляризация L1. Регуляризация L2. Предобработка данных. Слои пакетной нормализации (Batch Normalization). Слои сброса весов (Drop Out). Методы аугментации данных. Аффинные преобразования. Наложение шумов на изображение. Изменение яркости, контрастности изображений. Библиотека Albumentations. Оценка эффективности работы моделей с регуляризацией. Прунинг. Валидационная выборка. Библиотека Albumentations для задач сегментации и детекции.

Тема 4. Методы оптимизации

Файн-тюнинг моделей. Производительность модели. Латентность модели. Обучение, деплой, инференс. Приближенные вычисления. Квантизация весов. Дистилляция моделей. TensorFlow Lite. Ансамбль нейронных сетей. Параллельные вычисления. Ускорение предобученных сверточных нейронных сетей. Обнаружение объектов. Архитектуры R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. Поиск гиперпараметров. Keras Tuner. Однопроходные модели детекции. SSD. YOLO. Архитектура U-Net.

Тема 5. Программно-аппаратные решения для оптимизации

Процессоры CPU и GPU. Устройства TPU. FPGA (ПЛИС). Инструментарий Intel OpenVINO. OpenVINO WorkBench. Обучение на CPU. Инференс на CPU. Технология CUDA. Обучение на GPU. Инференс на GPU. Параллельные алгоритмы, высокопроизводительные алгоритмы. Технология NVIDIA Deep Stream. Контейнеры NVIDIA NGC. Спайковые нейронные сети. Нейроморфные системы компьютерного зрения.

5.2. Учебно–тематический план

Таблица 3

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	*Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоят ельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практическ ие занятия		
1.	Прикладные задачи обработки изображений	12	4	2	2	8	Самостоятельные работы. Участие в решении практических заданий на семинарских занятиях. Обсуждение решенных заданий.
2.	Машинное обучение в компьютерном зрении	14	4	2	2	10	
3.	Методы регуляризации	26	6	2	4	20	
4.	Методы оптимизации	28	8	2	6	20	
5.	Программно- аппаратные решения для оптимизации	28	8	2	6	20	
	В целом по дисциплине	108	30	10	20	78	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		28	33	67	72	

* объем контактной работы в очно-заочной/заочной формах обучения и индивидуальных учебных планах определяется соответствующими учебными планами. Темы, реализуемые в виде контактной работы, определяются преподавателем самостоятельно, исходя из уровня их сложности.

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Таблица 4

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
Тема 1. Прикладные задачи обработки изображений	Распознавание изображений. Эталонные изображения. Корреляционный анализ. Обнаружение сигналов на изображении. Детерминированные сигналы. Оптимальный детектор. Недетерминированные сигналы. Обнаружение аномалий на изображениях. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература: [8.1, 8.2] Дополнительная литература: [8.1]	-работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; -изучение рекомендованных к занятию литературных источников; -подготовка к семинарскому занятию; - выполнение практического задания по теме.
Тема 2. Машинное обучение в компьютерном зрении	Представление изображений в цифровом виде. Задача классификации изображений. Одномерное представление изображений. Модели машинного обучения для классификации изображений. Метод опорных векторов. Логистическая регрессия. Деревья решений. Ансамблевые модели. Бустинг. Бэггинг. Стекинг. Глубокое обучение в распознавании изображений. Искусственные нейронные сети. Стохастический градиентный спуск. Метод обратного распространения ошибки. Функции активации. Оценка эффективности классификации. Сверточные нейронные сети. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература: [8.1, 8.2] Дополнительная литература: [8.1, 8.2]	-работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; -изучение рекомендованных к занятию литературных источников; -подготовка к семинарскому занятию; - выполнение практического задания по теме.
Тема 3. Методы регуляризации	Переобучение и недообучение моделей компьютерного зрения. Инициализация весов. Регуляризация L1. Регуляризация L2. Предобработка данных. Слои пакетной	-работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия;

	<p>нормализации (Batch Normalization). Слои сброса весов (Drop Out). Методы аугментации данных. Аффинные преобразования. Наложение шумов на изображение. Изменение яркости, контрастности изображений. Библиотека Albumentations. Оценка эффективности работы моделей с регуляризацией.</p> <p><i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература: [8.1] Дополнительная литература: [8.1, 8.2]</p>	<p>-изучение рекомендованных к занятию литературных источников; -подготовка к семинарскому занятию; - выполнение практического задания по теме.</p>
Тема 4. Методы оптимизации	<p>Файн-тюнинг моделей. Производительность модели. Латентность модели. Обучение, деплой, инференс. Приближенные вычисления. Квантизация весов. Дистилляция моделей. TensorFlow Lite. Ансамбль нейронных сетей. Параллельные вычисления. Ускорение предобученных сверточных нейронных сетей. Обнаружение объектов. Архитектуры R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. Поиск гиперпараметров. Keras Tuner.</p> <p><i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература: [8.1, 8.2] Дополнительная литература: [8.1, 8.2]</p>	<p>-работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; -изучение рекомендованных к занятию литературных источников; -подготовка к семинарскому занятию; - выполнение практического задания по теме.</p>
Тема 5. Программно-аппаратные решения для оптимизации	<p>Процессоры CPU и GPU. Устройства TPU. FPGA (ПЛИС). Инструментарий Intel OpenVINO. OpenVINO WorkBench. Обучение на CPU. Инференс на CPU. Технология CUDA. Обучение на GPU. Инференс на GPU. Параллельные алгоритмы, высокопроизводительные алгоритмы.</p> <p><i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература: [8.1, 8.2] Дополнительная литература: [8.2]</p>	<p>-работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; -изучение рекомендованных к занятию литературных источников; -подготовка к семинарскому занятию; - выполнение практического задания по теме.</p>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

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

Таблица 5

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Тема 1. Прикладные задачи обработки изображений	Задачи сегментации изображений. Задача обработки видеопоследовательности изображений. Модели межкадровых геометрических деформаций.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Тема 2. Машинное обучение в компьютерном зрении	Автоматическое машинное обучение. Разметка данных. Трансферное обучение.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Тема 3. Методы регуляризации	Прунинг. Валидационная выборка. Библиотека Albumentations для задач сегментации и детекции.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Тема 4. Методы оптимизации	Однопроходные модели детекции. SSD. YOLO. Архитектура U-Net.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Тема 5. Программно-аппаратные решения для оптимизации	Технология NVIDIA Deep Stream. Контейнеры NVIDIA NGC. Спайковые нейронные сети. Нейроморфные системы компьютерного зрения.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.

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

Примерный вариант контрольной работы

Для тестового датасета реализовать модель обнаружения объектов SSD-Mobile с помощью Tensor Flow и OpenVINO.

1. Выполнить оценку метрик эффективности распознавания в TF.
2. Выполнить оценку метрик эффективности распознавания в OpenVINO.
3. Выполнить оценку метрик производительности нейронной сети в TF.
4. Выполнить оценку метрик производительности нейронной сети в OpenVINO.
5. Сравнить результаты инференса на CPU, CPU+OpenVINO и GPU.
6. Визуализировать результаты сравнения точности и скорости распознавания.
7. Предложите варианты по оптимизации модели SSD-Mobile.
8. Сделайте выводы о работе.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры анализа данных и машинного обучения Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

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

Таблица 6

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
Способность применять классические методы машинного обучения (ПК-3)	1. Демонстрирует знание основ интеллектуального анализа данных и машинного обучения, принципы и особенности применения глубокого обучения.	<p>Знает: методы интеллектуального анализа данных, машинного и глубокого обучения, в том числе с использованием параллельных вычислений</p> <p>Умеет: использовать методы интеллектуального анализа данных с применением параллельных вычислений для ускорения процесса обучения</p>	<p>1. Дана выборка изображений лиц. Разделите ее на обучающую и тестовую. Реализуйте модель опорных векторов для распознавания лиц без параллельных вычислений при обучении.</p> <p>2. Обучите модель распознавания лиц по данной выборке с применением параллельных вычислений. Оцените скорость обучения и инференса модели на тестовой выборке. Оптимизируйте вывод сети за счет уменьшения размеров изображений.</p>
	2. Демонстрирует знание постановки задач и основные методы обучения с учителем и без учителя и применяет их на практике.	<p>Знает: инструменты оптимизации CPU процессоров компании Intel, инструменты оптимизации GPU процессоров NVIDIA в задачах реализации методов обучения и инференса</p> <p>Умеет: применять инструменты оптимизации моделей машинного и глубокого обучения для эффективного решения задач компьютерного зрения на практике</p>	<p>1. Установите фреймворк для оптимизации работы процессоров Intel в задачах компьютерного зрения. Загрузите модели из предложенного зоопарка, выполнив предварительные настройки.</p> <p>2. Реализуйте оптимизированное вычисление логического вывода распознавателя изображений на базе сети VGG с помощью GPU.</p>

	3. Владеет основными инструментальными средствами интеллектуального анализа данных и машинного обучения.	<p>Знает: основные инструментальные средства для интеллектуального анализа данных и машинного обучения применительно к оптимизированным системам компьютерного зрения</p> <p>Умеет: применять на практике инструментальные средства для оптимизации разрабатываемых моделей глубокого обучения в области компьютерного зрения</p>	<p>1. В условиях реализации инференса на процессоре семейства Intel предложите способы повышения производительности распознавателя изображений на базе нейронной сети SSD-Mobile.</p> <p>2. Выполните оптимизацию работы сети SSD-Mobile для процессоров Intel, сравните результаты по эффективности и производительности на тестовой выборке. Оцените разброс производительности.</p>
Способность разрабатывать модели машинного обучения с использованием машинного зрения (ПК-4)	1. Демонстрирует знание основных принципов и порядка применения библиотек, программных платформ (фреймворков) и программных комплексов машинного обучения.	<p>Знает: библиотеки и фреймворки для решения задач классификации изображений, детекции объектов на изображениях, сегментации изображений</p> <p>Умеет: использовать функционал специализированных библиотек, программных платформ для оптимизированного решения задач машинного обучения в области компьютерного зрения</p>	<p>1. Реализуйте и обучите архитектуру сверточной нейронной сети с 4 слоями свертки и 2 слоями пулинга, а также со слоем пакетной нормализации. Для обучения и оценки качества используйте датасет MNIST из специализированного фреймворка компьютерного зрения.</p> <p>2. Выполните трансферное обучение предобученной сети U-Net из специализированных фреймворков компьютерного зрения и реализуйте инференс на графических процессорах.</p>
	2. Использует методы машинного обучения и глубокого обучения для задач компьютерного зрения.	Знает: модели и методы машинного и глубокого обучения с тонкой настройкой параметров, прунингом, квантизацией и регуляризацией	1. Исследуйте эффективность работы слоя Dropout с различными вероятностями при решении задачи распознавания рукописных цифр в ходе обучения. Обеспечьте работу инференса нейронной сети без использования слоя Dropout.

		Умеет: применять методы и модели машинного и глубокого обучения с тонкой настройкой, прунингом, квантизацией и регуляризацией при решении задач компьютерного зрения	2. Выполните тонкую настройку сети классификации изображений кошек и собак с квантизацией весов и прунингом. Выполните оценку для изменения эффективности и производительности.
	3. Демонстрирует знание и умение применения в задачах промышленного программирования существующие инструментальные средства поддержки компьютерного зрения.	<p>Знает: инструментальные средства компьютерного зрения, используемые для оптимизации работы интеллектуальных систем</p> <p>Умеет: в рамках задач промышленного программирования встраивать оптимизированные модели компьютерного зрения, в том числе с использованием инструментальных средств поддержки</p>	<p>1. Сравните модели распознавания рукописных цифр с полными связями и обнуленными весами в количестве 10%. Проверку выполнять для скорости обработки изображений и точности распознавания.</p> <p>2. Реализуйте модель распознавания лиц по тестовым изображениям. На основе метрик качества и производительности подготовьте рекомендации по использованию модели распознавания.</p>
	4. Демонстрирует знание основных задач и областей применения систем компьютерного зрения, обосновывает их применимость к решению конкретной практико-ориентированной задачи.	<p>Знает: современный стек прикладных задач компьютерного зрения и аппаратных решений для оптимизации моделей для практико-ориентированных задач</p> <p>Умеет: оценивать эффективность и производительность моделей, обосновывать их выбор при решении практико-ориентированных задач компьютерного зрения</p>	<p>1. По представленному файлу разметки в формате JSON определите, для обучения какой задаче выполнена такая разметка.</p> <p>2. Сделайте полный анализ работы модели нейронной сети SSD-Mobile V2 в случае инференса с использованием GPU. Для оценки модели можно использовать датасет COCO.</p>

Примеры практико-ориентированных (ситуационных) заданий

1. Обучите простейшую сверточную сеть для распознавания рукописных цифр. Сохраните веса модели. Загрузите их и сравните результаты работы сети при округлении весов до 2, 0 (перевод в INT) знаков после запятой.

2. Выполните обучение сверточной нейронной сети для распознавания датасета MNIST с использованием GPU и CPU при одинаковых гиперпараметрах. Сравните качество и производительность полученных моделей.

Примеры тестовых заданий

1. Процедура преобразования весов из float в int называется:

- а) прунинг;
- б) квантизация;
- в) дистилляция;
- г) файн-тюнинг
- д) сжатие размерности.

2. Для оптимизации работы системы компьютерного зрения на базе процессоров Intel можно воспользоваться:

- а) Deep Stream;
- б) OpenVINO;
- в) Albumentations;
- г) Систему невозможно оптимизировать на Intel.

3. Лучшими характеристиками энергопотребления обладает аппаратное решение на базе:

- а) CPU;
- б) GPU;
- в) TPU;
- г) FPGA.

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Корреляционный портрет.
2. Задача распознавания изображений.
3. Задача обнаружения объектов на изображениях.
4. Корреляционно-экстремальный алгоритм.
5. Глубокое обучение в обработке изображений.
6. Переобученные и недообученные модели.
7. Методы борьбы с переобучением.
8. Методы борьбы с недообучением.
9. Сверточный слой нейронной сети. Параметры. Свойства, принцип работы.
10. Субдискретизационный слой нейронной сети (пулинг). Параметры. Свойства, принцип работы.
11. Полносвязный слой.
12. Численные методы оптимизации при обучении.
13. SGD. ADAM. RMSprop.
14. Моментум.
15. Классификационные алгоритмы машинного обучения.
16. SVM в задаче распознавания изображений.
17. Логистическая регрессия в задаче распознавания изображений. Бинарная кросс-энтропия.
18. Ансамблевые модели в задаче распознавания изображений.
19. Методы регуляризации при обучении систем компьютерного зрения.
20. Регуляризация первого порядка в системах компьютерного зрения.
21. Регуляризация второго порядка в системах компьютерного зрения.
22. Регуляризация слоями нейронных сетей.
23. Нормализация данных. Батчи. Пакетная нормализация.
24. Аугментация изображений.
25. Библиотека Albumentations.
26. Оценка производительности систем компьютерного зрения.
27. Файн-тюнинг моделей.

28. Прунинг моделей.
29. Квантизация весов.
30. Дистилляция моделей.
31. Реализация моделей на мобильных устройствах.
32. Аппаратные решения в системах компьютерного зрения.
33. Центральный процессор CPU, графический процессор GPU.
34. Тензорный процессор TPU, программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) FPGA.
35. Программные решения в системах компьютерного зрения.
36. Intel OpenVINO.
37. Технология CUDA.
38. NVIDIA Deep Stream.

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, 2023. - 152 с. – ЭБС Лань. - URL: <https://e.lanbook.com/book/276455> (дата обращения: 06.05.2024). - Текст : электронный.

2. Коротеев, М. В. Основы машинного обучения на Python : учебник / М. В. Коротеев. — Москва : КноРус, 2024. — 431 с. - ЭБС BOOK.ru. — URL: <https://book.ru/book/952751> (дата обращения: 06.05.2024). — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Борзунов, С. В. Языки программирования. Python: решение сложных задач / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 192 с. — ЭБС Лань. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319394> (дата обращения: 06.05.2024). — Текст : электронный.

2. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети / В. С. Ростовцев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 216 с. — ЭБС Лань. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364517> (дата обращения: 06.05.2024). — Текст : электронный.

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

1. Личный кабинет обучающегося <https://org.fa.ru>
2. Сайт библиотеки OpenCV <https://opencv.org/>
3. Сайт библиотеки Pillow <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>
4. Репозиторий библиотеки alumentations <https://github.com/alumentations-team/alumentations>
5. Репозиторий OpenVINO <https://github.com/openvinotoolkit/openvino>
6. Репозиторий Deep Stream https://github.com/NVIDIA-AI-IOT/deepstream_python_apps
7. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
8. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
9. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
10. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znaniy.com>
11. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
12. Электронно-библиотечная система издательства Проспект <http://ebs.prospekt.org/books>
13. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
14. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
15. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
16. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
17. СПАРК <https://spark-interfax.ru/>
18. Academic Reference <http://ar.cnki.net/ACADREF>

19. Пакет баз данных компании EBSCO Publishing, крупнейшего агрегатора научных ресурсов ведущих издательств мира <http://search.ebscohost.com>
20. Электронные продукты издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com>
21. Emerald: Management eJournal Portfolio <https://www.emerald.com/insight/>
22. Oxford Scholarship Online <https://oxford.universitypressscholarship.com/>
23. Коллекция научных журналов Oxford University Press <https://academic.oup.com/journals/>
24. Scopus <https://www.scopus.com>
25. Электронная коллекция книг издательства Springer: Springer eBooks <http://link.springer.com/>
26. Базовый ЭУК по дисциплине на сайте campus.fa.ru.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту магистратуры (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

(теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;
- при подготовке к зачету параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение практического задания для самостоятельной работы), начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
- разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
- разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проведение аудиторных самостоятельных работ;
- подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

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 «Консультант Плюс»;
- Информационно-правовая система «Гарант»;
- Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>;
- Система комплексного раскрытия информации «СКРИН»: <https://skrin.ru>;

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

11.4. Astra Linux, Libre Office

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

Для освоения дисциплины возможно использование вычислительных средств – компьютер с доступом в Интернет. Допускается использовать облачные ресурсы в качестве дополнительных инструментов организации и осуществления образовательного процесса.