

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет
Кафедра инженерной механики и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
/Ганиев Р.Ф./
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Задачи компьютерного зрения

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

Специалитет, подготовка кадров в аспирантуре

Направление подготовки (специальность):

Фундаментальные математика и механика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

Механика жидкости, газа и плазмы

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

(очная, очно-заочная)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры инженерной механики и прикладной математики
(протокол № _____, «__» _____ 20__ года)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «Фундаментальные математика и механика» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки; программы специалитета; программы магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение _____

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: *относится к вариативной части ОПОП ВО.*
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):
Знание основ теории вероятности/статистики, линейной алгебры, математического анализа и программирования.
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
<p style="text-align: center;">ОПК-1</p> <p>Готовность использовать фундаментальные знания в области механики сплошной среды в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: <i>Способы использования на практике математических алгоритмов, в том числе с применением современных программных систем</i></p> <p>Уметь: <i>Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</i></p>
<p style="text-align: center;">ПК-2</p> <p>способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках задач механики</p>	<p>Знать: <i>Знать основные архитектуры нейронных сетей и методы для решения задач компьютерного зрения</i></p> <p>Уметь <i>Правильно выбирать метод решения заданной задачи компьютерного зрения</i></p>

4. Формат обучения **очный**

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 32 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

	Всего	В том числе
--	--------------	-------------

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы <i>(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)</i>
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Тема 1. Задачи компьютерного зрения, обзор основных задач и областей применения. «Низкоуровневое» зрение: эквализация гистограммы, блендинг, цветовые пространства, каскады Хаара, сегментация. Линейная фильтрация изображений: скользящее среднее — свертка, детекция границ, корреляция. Фреймворки для глубокого обучения. Сверточные нейронные сети. Основные слои нейронных сетей (Liner Layer, Padding, Stride, Conv) Forward pass, Backpropogation. Визуализации при обучении. Softmax, Sigmoid functions. Функции потерь Cross Entropy LogLoss, MSE Метрики в машинном обучении.	4	2	0	2	2
Тема 2. Задачи оптимизации. Функции активации. Инициализация весов. Влияние learning rate и масштаба признаков на сходимость. Batch нормализация. Dropout регуляризация. Стохастический градиентный спуск	4	2	0	2	2

(SGD). Adam - Adaptive Moment Estimation. Finetuning & Transfer Learning.					
Тема 3. Сегментация. Проектирование собственной архитектуры. Детектирование объектов. Классификация + локализация. Region proposals. Методы R-CNN, FAST R-CNN, FASTER R-CNN. Метод SSD. Метод YOLO. Сегментация объектов. MASK R-CNN	8	4	0	4	4
Тема 4. Модели скелетизации. Выделение ключевых точек на теле, лице, кистях рук.	4	2	0	2	2
Тема 5. Методы аугментации изображений. Инструменты и типы разметок для создания обучающих датасетов. Некоторые полезные функции для препроцессинга видео и изображений. Обучение на искусственных данных.	4	2	0	2	2
Тема 6. Multi Task learning. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning). Механизм Attention в DL. Сети-трансформеры	4	2	0	2	2
Коллоквиум по темам 1–6	2				2
Тема 7. Сиамские нейронные сети. ONE-SHOT LEARNING/FEW-SHOT LEARNING	8	4	2	6	2
Тема 8. Генеративные состязательные сети. Синтез изображений. Как отличать fake (примеры). Работы с объемными (3-мерными) изображениями. 3-d позы.	12	0	6	6	6
Тема 9. Отдельно о некоторых практических задачах компьютерного зрения. Автоэнкодеры. Пример: убираем с изображений шумы. Распознавание символов.	4	2	0	2	2

Распознавание лиц. Трекинг объектов. Использование Unet для сегментации медицинских снимков					
Тема 10. Методы сжатия, ускорения нейронных сетей в инференсе. Прунинг, квантизация. Использование разреживания слоёв (Tensor Train), вариационный дропаут, байесовские методы, Knowledge Distillation, Neural Architecture Search	8	2	0	2	6
Промежуточная аттестация: экзамен и защита результатов самостоятельной работы.	4				4
Итого	72	36			36

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** Часы, отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

1. Коллоквиум по темам 1–6:

1.1 Опишите способ детектирования лиц с помощью каскадов Хаара

1.2 Чем отличается тестовая выборка от валидационной при обучении нейронной сети

1.3 Опишите архитектуру нейронной сети YOLOv4. За счет чего достигается высокая скорость детектирования с помощью этой сети

1.4 Перечислите основные метрики оценки качества детектирования объектов на изображениях

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Список билетов к экзамену:

1. Основные методы «низкоуровневого» зрения: эквализация гистограммы, блендинг, цветовые пространства, каскады Хаара, сегментация. Линейная фильтрация изображений.

2. Фреймворки для глубокого обучения. Сверточные нейронные сети. Основные слои нейронных сетей. Функции потерь. Метрики в машинном обучении.

3. Задачи оптимизации. Функции активации. Инициализация весов. Влияние learning rate и масштаба признаков на сходимость. Batch нормализация. Dropout регуляризация. Стохастический градиентный спуск (SGD). Adam - Adaptive Moment Estimation. Finetuning & Transfer Learning.

4. Сегментация. Проектирование собственной архитектуры. Детектирование объектов. Классификация + локализация. Region proposals. Методы R-CNN, FAST R-CNN, FASTER R-CNN. Метод SSD. Метод YOLO. Сегментация объектов. MASK R-CNN

5. Модели скелетизации. Выделение ключевых точек на теле, лице, кистях рук.

6. Методы аугментации изображений. Инструменты и типы разметок для создания обучающих датасетов. Некоторые полезные функции для препроцессинга видео и изображений. Обучение на искусственных данных.

7. Multi Task learning.

8. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning).

9. Механизм Attention в DL. Сети-трансформеры

10. Сиамские нейронные сети.

11. ONE-SHOT LEARNING/FEW-SHOT LEARNING

12. Генеративные состязательные сети. Синтез изображений. Как отличать fake (покажем примеры).

13. Работы с объемными (3-мерными) изображениями. 3-d позы.

14. Автоэнкодеры. Как убрать с изображений шум. Основные методы распознавания символов, распознавание лиц, трекинга объектов.

15. Методы сжатия, ускорения нейронных сетей в инференсе. Прунинг, квантизация.

2. Защита результатов самостоятельной работы.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:
 - Конспект лекций
 - Материалы курса с примерами реализации методов
- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости):
Не требуется.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
Не требуется.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости):
машинное зрение.рф
- Описание материально-технического обеспечения:
 - Аудитория
 - Доска
 - Мел
 - Ноутбук или ПК
 - Проекционное оборудование (экран, проектор)

9. Язык преподавания:

Русский

10. Преподаватель (преподаватели):

К.ф.-м.н. Воронова Татьяна Владимировна

11. Автор (авторы) программы:

К.ф.-м.н. Воронова Татьяна Владимировна, доцент к.ф.-м.н. Якунчиков Артем Николаевич