

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Современное компьютерное зрение
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра проблем передачи информации и анализа данных
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Е.И. Ершов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем передачи информации и анализа данных 31.05.2023

## Аннотация

Курс ставит целью познакомить студента с методами компьютерного зрения, применимых в задачах робототехники. В курсе будут рассмотрены современные методы компьютерного зрения для решения таких задач, как классификация изображений, выделение объектов на изображении, семантическая сегментация, одновременное картирование и локализация и многих других. Будут рассмотрены как теоретические основы вышеописанных задач и методов их решения, так и практические алгоритмы, и их реализации, использующиеся на реальных робототехнических системах для повышения степени их автономности. Также, будут даны теоретические и практические навыки решения задач компьютерного зрения с использованием нейросетевого подхода и машинного обучения.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- изучение математических и теоретических основ компьютерного зрения, а также подготовка слушателей к дальнейшей самостоятельной работе в сфере решения практических задач обработки и распознавания изображений.

#### Задачи дисциплины

- изучение математических основ методов компьютерного зрения;
- приобретение слушателями теоретических и практических знаний в области обработки изображений;
- приобретение слушателями навыков применения современного программного обеспечения для обработки и распознавания изображений.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.4 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия математических методов компьютерного зрения;
- основные методы предварительной обработки изображений и устранения шумов;
- методы преобразования изображений;
- методы и алгоритмы выделения границ на изображениях;
- алгоритмы выделения ключевых особенностей на изображениях;
- алгоритмы построения карт глубин по стереопаре изображений;
- методы построения оптического потока по последовательности изображений;
- методы выделения текстурных характеристик изображений;
- нейросетевые подходы к решению задач компьютерного зрения;
- методы и алгоритмы семантической сегментации изображений;
- алгоритмы обнаружения объектов на изображении;
- алгоритмы классификации изображений.

уметь:

- использовать методы предобработки с учетом свойств исходного изображения;
- преобразовывать изображения с помощью аффинных преобразований;
- выделять ключевые особенности изображений;
- строить карту глубины с использованием стереопары;
- использовать последовательность изображений для построения оптического потока;
- выделять и анализировать текстурные характеристики изображений;
- строить нейросетевые модели для задач классификации и семантической сегментации изображений.

владеть:

- основными методами работы с изображениями: частотной фильтрации, локального сглаживания, ранговой и медианной фильтрации, гистограммного выравнивания;
- навыками выделения особенностей изображений, а также сопоставления полученных особенностей;
- навыками построения нейросетевых моделей для задач классификации, обнаружения объектов и семантической сегментации;
- навыками определения показателей качества работы алгоритмов распознавания изображений;
- навыками применения современных программных пакетов и библиотек для реализации методов и алгоритмов компьютерного зрения.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в компьютерное зрение	6			15
2	Алгоритмы выделения и сопоставления ключевых точек на изображении	8			15
3	Наборы данных для обучения алгоритмов распознавания изображения и инструменты для их подготовки	8			15
4	Обнаружение объектов на изображении на основе глубоких нейронных сетей	8			15
Итого часов		30			60
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.
--------------------	--------------------

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Введение в компьютерное зрение

Математическое описание изображений. Алгоритмы предварительной обработки изображений и их программная реализация. Масштабирование, интерполяция и аффинные преобразования изображений. Анализ контуров на изображении.

##### 2. Алгоритмы выделения и сопоставления ключевых точек на изображении

Алгоритмы анализа стереопар изображений. Методы построения оптического потока по последовательности изображений. Текстуальный анализ изображений.

##### 3. Наборы данных для обучения алгоритмов распознавания изображений и инструменты для их подготовки

Меры качества алгоритмов распознавания изображений. Современные методы классификации изображений и их программная реализация с применением библиотек глубокого обучения.

##### 4. Обнаружение объектов на изображении на основе глубоких нейронных сетей

Сегментация объектов и областей на изображении на основе глубоких нейронных сетей. Компьютерное зрение для решения промышленных и научных задач.

#### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория с проектором.

#### 6. Перечень рекомендуемой литературы

##### Основная литература

1. Нейронные сети [Текст] : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. Н. Н. Кузсуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Кузсуль. — 2-е изд., испр. — М. : Вильямс, 2006. — 1103 с.
2. Компьютерное зрение [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. А. А. Богуславского ; под ред. С. М. Соколова. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. — 752 с.
3. Методы компьютерной обработки изображений [Текст] / М. В. Гашников [ и др. ] ; под ред. В. А. Сойфера. — М. : Физматлит, 2001. — 784 с.

##### Дополнительная литература

1. Линейная алгебра [Текст] / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк - М. Наука, 1978
2. Основы математического и программного обеспечения систем 3D-визуализации индуцированного виртуального окружения [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. О. Афанасьев, С. В. Клименко ; М-во образования и науки РФ ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), Фак. высоких технологий и инноваций. — М. : МФТИ, 2014. — 241 с.

#### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Не предусмотрено.

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

1. Рекомендуется успешно сдавать контрольные работы, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.
2. Для подготовки к итоговой аттестации по предмету лучше всего пользоваться материалами занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра проблем передачи информации и анализа данных
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** Е.И. Ершов, канд. физ.-мат. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.4 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Современное компьютерное зрение» обучающийся должен:

### знать:

- основные понятия математических методов компьютерного зрения;
- основные методы предварительной обработки изображений и устранения шумов;
- методы преобразования изображений;
- методы и алгоритмы выделения границ на изображениях;
- алгоритмы выделения ключевых особенностей на изображениях;
- алгоритмы построения карт глубин по стереопаре изображений;
- методы построения оптического потока по последовательности изображений;
- методы выделения текстурных характеристик изображений;
- нейросетевые подходы к решению задач компьютерного зрения;
- методы и алгоритмы семантической сегментации изображений;
- алгоритмы обнаружения объектов на изображении;
- алгоритмы классификации изображений.

### уметь:

- использовать методы предобработки с учетом свойств исходного изображения;
- преобразовывать изображения с помощью аффинных преобразований;
- выделять ключевые особенности изображений;
- строить карту глубины с использованием стереопары;
- использовать последовательность изображений для построения оптического потока;
- выделять и анализировать текстурные характеристики изображений;
- строить нейросетевые модели для задач классификации и семантической сегментации изображений.

### владеть:

- основными методами работы с изображениями: частотной фильтрации, локального сглаживания, ранговой и медианной фильтрации, гистограммного выравнивания;
- навыками выделения особенностей изображений, а также сопоставления полученных особенностей;
- навыками построения нейросетевых моделей для задач классификации, обнаружения объектов и семантической сегментации;
- навыками определения показателей качества работы алгоритмов распознавания изображений;
- навыками применения современных программных пакетов и библиотек для реализации методов и алгоритмов компьютерного зрения.

### 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого семинара или в конце занятия по пройденной теме.

### 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные понятия и классификация систем компьютерного зрения.
2. Назовите области применения систем компьютерного зрения
3. Приведите особенности форматов файлов изображений (BMP, JPEG, PNG)?
4. Что такое двумерная функция яркости.
5. Опишите уровни систем технического зрения.
6. Цветовые модели RGB, YUV и HSV. Преобразование цветовых моделей.
7. Дискретизация изображений. Квантование по уровню градации серого. Бинаризация.
8. Фильтры шумов на изображении. Фильтрация в окрестности, медианная фильтрация.
9. Улучшение качества изображений. Гистограммное выравнивание.
10. Масштабирование, интерполяция и аффинные преобразования изображений.
11. Методы обнаружения контуров на изображении. Оператор Собеля.
12. Методы обнаружения контуров на изображении. Оператор Лапласа. Фильтр Канни.
13. Обработка контуров. Скелетирование. Формирование дескрипторов контура. Построение цепного кода.
14. Корреляционный анализ контуров. Алгоритм распознавания контуров на основе корреляционного анализа.
15. Методы сегментации изображений. Вычитание изображений.

#### Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;



- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины. Дифференцированный зачёт проводится в устной форме по вопросам.