

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

**Авторы-составители: Лунегов Игорь Владимирович  
Машкин Сергей Викторович**

Рабочая программа дисциплины

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ**

Код УМК 97064

Утверждено  
Протокол №4  
от «24» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Компьютерное зрение

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **03.03.03** Радиофизика  
направленность Электроника, микро- и нанoeлектроника

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Компьютерное зрение** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.03** Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и нанoeлектроника)

**ПК.3** Способен выбирать и моделировать архитектурные решения для реализации программной системы

#### **Индикаторы**

**ПК.3.2** Разрабатывает архитектуру программного обеспечения программной системы

**ПК.3.3** Моделирует архитектурные решения для изолированной программной системы

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (7 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Компьютерное зрение

#### **Представление о камерах и физическом процессе формирования изображения.**

Определение компьютерного зрения. Составляющие системы компьютерного зрения и процесс получения информации об объекте в системе компьютерного зрения. Компьютерное зрение в "не световом" случае (пример - магнитное компьютерное зрение).

Уровни компьютерного зрения (формирование изображения, низкий, средний, высокий) и решаемые на них задачи.

Особенности и трудности задач компьютерного зрения (некорректность, некалиброванность, огромный объём входных данных).

Существующие разработки и достижения в области компьютерного зрения.

Процесс получения изображения как последовательность физических процессов: излучение, пропускание, отражение, поглощение, измерение света. Устройство системы зрения человека.

Камеры-обскуры как простейшие средства получения изображений.

Устройство современных фото- и видеокамер, основные их составляющие: объектив как оптическая система, система стабилизации изображения, диафрагма, затвор (механический и электронный), устройство черно-белых и цветных фотоматриц, и матрица светофильтров, АЦП, процессор, устройство хранения информации, интерфейсы.

Особенности получения черно-белых и цветных изображений, различные способы получения цветных изображений. Процесс фото- и видеосъёмки. Фотоэкспозиция и параметры фотоэкспозиции: светочувствительность (ISO), диафрагменное число (F), выдержка (T). Режимы фотосъёмки: ручной, с приоритетом выдержки, с приоритетом диафрагмы, программируемый, автоматический. Прочие параметры фотосъёмки: фокусное расстояние, фокусировка, зум, ГРИП, режим экспомера, эксповилка, баланс белого, и др. Шум фотоматрицы.

Особенности получения, представления и хранения фотоизображений, форматы фотографических файлов (JPEG, TIFF, RAW) с точки зрения полноты информации. EXIF информация. Сжатие изображений на примере JPEG.

Особенности получения, представления и хранения видеоизображений, медиаконтейнеры (AVI, MKV) и стандарты сжатия видео (MJPEG, MPEG, H.261, H.264). Сжатие видео: I-, P-, B- кадры, разность между кадрами, вычисление и использование векторов смещения блоков при сжатии видео.

Терминология радиометрии. Соотношение радиометрических и фотометрических величин.

Качественная и количественная радиометрия. Физико-математическое описание процессов излучения, отражения, пропускания, рассеяния: количественное измерение излучения испускаемого и падающего, функции распределения двунаправленного отражения (ФРДО), пропускания (ФРДП), рассеяния (ФРДР) и примеры ФРДО для различных типов отражения. Ламбертовские и не ламбертовские поверхности, альbedo, зеркальное, ретрозеркальное отражение. Источники света и их действие. Локальная и глобальная модели затенения. Приложение радиометрии в системах компьютерного зрения: фотометрическое стерео. Приложение радиометрии в фотореалистичной компьютерной графике. Составляющие процесса формирования фотореалистичных изображений.

Определение цвета: цвет - субъективное ощущение наблюдателя. Восприятие цвета животными и человеческое восприятие цвета. Физика цвета - переход от радиометрических величин к спектральным.

Объективное измерение цвета: роль модели абсолютно черного тела с точки зрения описания цвета излучения, эксперимент по подбору цвета, базисные цвета, принцип трёхцветности, законы Грассмана, метамерические излучения.

Стандартные цветовые пространства: XYZ, xy, RGB, CMY(K), L\*a\*b, HSI, HSV, YUV и др. Устройство различных цветных фотоматриц - RGGB-матрица Байера, CMYY-, RGCB-, RGBW- и прочие матрицы.

Понятие цветового охвата устройств отображения цветных изображений.

Задача определения цвета поверхности по цвету изображения. Алгоритм постоянства освещения

(одномасштабный и многомасштабный ретинекс). Алгоритмы постоянства цвета (алгоритмы баланса белого): RGBmax, GreyWorld, ACE (по методу RGBmax+GreyWorld). Представление цвета, способами, инвариантными к уровню, цвету освещения.

### **Получение простых выводов на основе изучения набора отдельных пикселей.**

Основы цифровой обработки изображений (Ц.О.И.). Разница между обработкой и анализом изображений. Обзор методов и современных возможностей и приложений Ц.О.И.

Процесс измерения изображений: физическое изображение как непрерывная функция, оцифровка изображения (квантование, дискретизация, муар - как следствие нарушения теоремы Котельникова).

Представление изображений: дискретное (растровые бинарные, полутоновые, цветные изображения), векторное, в виде функции (фрактальное, с помощью преобразования Фурье, с помощью вейвлет-преобразования, пирамиды изображений - пирамида гауссиан и пирамида лапласиан, разреженное представление изображений).

Геометрические преобразования изображений (для растровых изображений). Основные этапы: перевод RGB изображения в пространство RGB+XY; геометрические 2D-преобразования с помощью однородных координат и матричных операций; растеризация изображений и использованием 2D-методов интерполяции (метод ближайших соседей, билинейная, бикубическая). Проблемы методов интерполяции изображений, адаптивная интерполяция изображений.

Понятие попиксельных, локальных и глобальных фильтров. Понятие линейных и нелинейных фильтров. Алгебраические операции над одним изображением: умножение на число, гамма-фильтр, сложение, умножение, логарифм, фильтр регулировки яркости, контраста, автоматическое выравнивание уровней по методу hi-low, по методу ends-in-search. Функция преобразования яркости. Произвольная функция преобразования яркости (фильтр "Кривые").

Алгебраические операции над несколькими изображениями: сложение, вычитание, умножение, возведение в степень, логические операции И, ИЛИ, Исключающее ИЛИ, НЕ.

Гистограммные преобразования изображений. Понятие гистограммы изображения. Гистограммы яркости, компонент цвета, 3D-гистограмма цвета изображения. Понятие таблицы поиска (LUT) и связь её с гистограммами. Влияние простейших фильтров изображений на изменение гистограмм. Фильтр эквализации гистограммы.

Фильтры изменения числа градаций яркости и цветов: псевдотонирование и квантование изображений.

Оконные фильтры. Усредняющий, медианный фильтры как средства удаления шумов на изображении. Операция 2D-свёртки и её свойства. Свёрточный фильтр изображений, принцип действия, ядро фильтра, нормировка коэффициентов ядра фильтра. Усредняющий фильтр, фильтр Гаусса - как НЧ фильтры. Фильтр Лапласа, фильтр резкости изображений. Комбинирование фильтров.

2D-преобразование Фурье как средство обработки изображений. Фильтрация шумов и помех, увеличение резкости изображения с помощью 2D-преобразования Фурье. Определение ориентации структур на изображении. Вейвлет-преобразование.

Морфологические операции над бинарными изображениями. Методы получения бинарных изображений: пороговый фильтр, адаптивный пороговый фильтр, метод на основе мод гистограмм. Понятие связности областей. Понятие структурирующего элемента. Базовые морфологические операции: эрозия, наращивание, замыкание, размыкание. Прочие морфологические операции: определение количества связных областей, вычисление периметра, площади областей. Морфологические фильтры как шаблон-детекторы.

Простейшие методы обнаружения краёв на изображениях: оператор однородности, оператор различия. Градиентные фильтры как средства обнаружения краёв: оператор Робертса, оператор Прюитта, фильтр Шарра, фильтр Собела, оператор Лапласа.

Технология получения изображений с большим динамическим диапазоном (HDR).

Суб-пиксельное разрешение в компьютерной графике. Супер-пиксельное разрешение: по нескольким изображениям, по одному изображению.

### **Упорядочение группы пикселей с целью их разделения и получения информации о форме.**

Обнаружение краёв на изображении с помощью градиентных фильтров. Фильтр Кэнни (предназначение, основные этапы, влияние параметров на результат).

Детекторы и дескрипторы локальных особенностей: детектор Харриса, детектор блобов, SIFT и SURF дескрипторы (+операции DoG, LoG, использование пирамид изображений).

Приложения: получение панорам; поиск пар соответствующих точек; сопоставление изображений и распознавание.

Что такое “сегментация”. Человеческое зрение: группировка и гештальт. Методы объединения снизу-вверх (объединяем пиксели по принципу схожести выбранных свойств) и сверху-вниз (объединяем пиксели по принципу принадлежности моделям). Способы представления сегментов на изображении.

Сегментация снизу-вверх через кластеризацию пикселей. Сегментация методом K-средних, методом наращивания, методом водораздела.

Сегментация сверху-вниз (известна модель - ищем её проявление на изображении) методом подгонки: метод наименьших квадратов (МНК), общий метод наименьших квадратов, преобразование Хафа, подбор прямых, подбор кривых, влияние выбросов на результат работы МНК и устранение этого влияния посредством M-оценочных функций, метод соглашения по случайным выборкам (RANSAC). Подбор как задача вероятностного вывода.

### **Распознавание объектов с помощью геометрической информации.**

Элементы аналитической евклидовой геометрии. 2D и 3D системы координат (СК) в задачах компьютерного зрения и компьютерной графики: мировая СК, СК объекта, СК камеры, СК изображения. Операции с векторами, матрица вращения и её свойства, обычное и матричное (с помощью однородных координат) представление 2D и 3D преобразований координат.

Понятие проекции изображений: перспективная, слабоперспективная, ортогональная. Характеристики камер и перспективная проекция: внутренние параметры; внешние параметры; описание матриц перспективной проекции. Калибровка камеры, оценка параметров по схеме наименьших квадратов.

Линейный подход к калибровке камеры. Учёт радиального искажения.

Фотограмметрия как наука о точных измерениях по изображениям.

Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация.

Получение гипотез из совместимости поз.

Получение гипотез через кластеризацию поз.

Метод получения гипотез с использованием геометрических инвариантов и геометрического хеширования.

### **Умение суммировать информацию, полученную из множества изображений.**

Задача 3D-видения. Основные этапы задачи получения 3D-моделей объектов: получение исходных данных (фотографий, видео, массивов данных дальномера и т.п.); обработка исходных данных и вычисление 3D-координат точек объектов; получение 3D-модели объекта (склеивание данных, полученных с разных ракурсов, выбор формата представления 3D-модели).

Способы представления 3D-данных: облако точек, описание поверхности набором полигонов и функций, воксельное описание, послойное описание. Форматы файлов 3D-моделей.

Обзор существующих методов 3D-видения: лазерная триангуляция, структурированное освещение, стереовидение, фотограмметрия, измерение времени пролета, интерферометрия, муаровые контуры, форма из фокусировки, форма из теней, текстурные градиенты, форма из затенения, форма из фотометрии.

Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D).

Плотное стерео. Стереозрение человека. Бинокулярное совмещение изображений. Алгоритмы поиска одинаковых точек на стерео-паре изображений.

Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение. Существенная и фундаментальная матрицы, их свойства, использование при решении задач 3D-видения. 8-точечный алгоритм слабой калибровки системы камер.

Задача извлечения структуры из движения.

### **Распознавание объектов с помощью вероятностных методов.**

Задача классификатора. Стоимость ошибки, функция риска. Выбор признаков.

Классификатор на основе дерева классификации, его табличное представление.

Классификаторы на основе явно заданных границ: кластеризация, (k,l)-классификатор, машина опорных векторов (SVM).

Классификаторы на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Построение классификаторов по гистограммам классов.

Оценка качества работы классификатора методом перекрёстной проверки без одного.

Поиск объектов через голосование за связи между шаблонами. Рассуждения о связях с использованием вероятностных моделей и поиска. Использование классификаторов для сокращения поиска. Метод: скрытые марковские модели.



### **Приложения компьютерного зрения.**

Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; интеллектуальное видеонаблюдение; дополненная реальность; системы технического зрения; распознавание лиц; методы на основе большой коллекции изображений; усиление видео; понимание видео и т.д.

Поиск в базе изображений: организация коллекций информации. Резюмирующее представление всего изображения. Представление частей изображения.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Рафаэл, Гонсалес Цифровая обработка изображений / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард ; перевод Л. И. Рубанов, П. А. Чочиа ; под редакцией П. А. Чочиа. — Москва : Техносфера, 2012. — 1104 с. — ISBN 978-5-94836-331-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/26905>
2. Дьяконов, В. П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование / В. П. Дьяконов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 384 с. — ISBN 5-98003-130-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90378.html>
3. Пролубников, А. В. Математические методы распознавания образов : учебное пособие / А. В. Пролубников. — Омск : Издательство Омского государственного университета, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-7779-2461-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/108119>

### Дополнительная:

1. Божко, А. Н. Обработка растровых изображений в Adobe Photoshop : учебное пособие / А. Н. Божко. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 319 с. — ISBN 978-5-4497-0335-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/89450.html>
2. Компьютерное зрение: учебно-методическое пособие / М. А. Марценюк [и др.]. -2-е изд..-Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1869-9, 2-е изд..-1. <https://elis.psu.ru/node/35568>
3. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP / А. В. Бовырин, П. Н. Дружков, В. Л. Ерухимов [и др.]. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 515 с. — ISBN 978-5-4486-0520-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/79718.html>
4. Ласица, А. М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике. Часть 1 : конспект лекций / А. М. Ласица. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 44 с. — ISBN 978-5-8149-2483-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/78432.html>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://opencv.org/> OpenCV

<https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-opencv/opencv-poleznye-resursy> Онлайн-учебник по OpenCV

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерное зрение** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- видеопрезентации (для самостоятельного ознакомления)
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета (ЕТИС ПГНИУ);
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Операционная система "ALT Linux" или "Windows"
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов "Adobe Acrobat Reader DC".
- 3.Офисный пакет приложений "LibreOffice" или "OpenOffice".
- 4.Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель) "Windows Media Player".
- 5.Программы просмотра интернет контента (браузер) "Internet Explorer" или "Mozilla Firefox".
- 6.Программное обеспечение для обработки изображений: "Paint.NET", "MS ICE", "Inkscape", "SmartDeblur (demo)"
- 7.Программное обеспечение для захвата и обработки видео: "VirtualDub", "AverMedia EZ Capture"
- 8.3D-редактор: "Blender3D"
- 9.Средства программирования: "MATLAB" или "Octave", "Python IDE", "MS Visual Studio", библиотека "OpenCV"

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения лекционных занятий:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий – Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте Компьютерного класса.

Аудитории для проведения текущего контроля;  
Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Аудитории для групповых (индивидуальных) консультаций;  
Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Аудитория для самостоятельной работы:

Аудитория оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Компьютерное зрение**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.3**

**Способен выбирать и моделировать архитектурные решения для реализации программной системы**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3.3</b> Моделирует архитектурные решения для изолированной программной системы</p>	<p>Знать физические, математические и алгоритмические основы методов построения систем компьютерного зрения; способы получения, представления и обработки визуальной информации; способы и методы преобразования информации на различных уровнях компьютерного зрения. Уметь получать и обрабатывать цифровые фото- и видеоизображения, решать задачи преобразования и анализа информации на различных уровнях компьютерного зрения, решать типичные задачи компьютерного зрения, разрабатывать системы компьютерного зрения. Владеть навыками использования готовых аппаратных и программных средств для получения, обработки и анализа изображений, решения типичных задач компьютерного зрения.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физические, математические и алгоритмические основы методов построения систем компьютерного зрения; способы получения, представления и обработки визуальной информации; способы и методы преобразования информации на различных уровнях компьютерного зрения. Не умеет получать и обрабатывать цифровые фото- и видеоизображения, решать задачи преобразования и анализа информации на различных уровнях компьютерного зрения, решать типичные задачи компьютерного зрения, разрабатывать системы компьютерного зрения. Не владеет навыками использования готовых аппаратных и программных средств для получения, обработки и анализа изображений, решения типичных задач компьютерного зрения.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Частично сформированные знания физических, математических и алгоритмических основ методов построения систем компьютерного зрения; способов получения, представления и обработки визуальной информации; способов и методов преобразования информации на различных уровнях компьютерного зрения. Частично сформированное умение получать и обрабатывать цифровые фото- и видеоизображения, решать задачи преобразования и анализа информации на</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>различных уровнях компьютерного зрения, решать типичные задачи компьютерного зрения, разрабатывать системы компьютерного зрения.</p> <p>Посредственное владение навыками использования готовых аппаратных и программных средств для получения, обработки и анализа изображений, решения типичных задач компьютерного зрения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие пробелы знания физических, математических и алгоритмических основ методов построения систем компьютерного зрения; способов получения, представления и обработки визуальной информации; способов и методов преобразования информации на различных уровнях компьютерного зрения.</p> <p>Сформированное, но содержащие пробелы умение получать и обрабатывать цифровые фото- и видеоизображения, решать задачи преобразования и анализа информации на различных уровнях компьютерного зрения, решать типичные задачи компьютерного зрения, разрабатывать системы компьютерного зрения.</p> <p>Неуверенное владение навыками использования готовых аппаратных и программных средств для получения, обработки и анализа изображений, решения типичных задач компьютерного зрения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные знания физических, математических и алгоритмических основ методов построения систем компьютерного зрения; способов получения, представления и обработки визуальной информации; способов и методов преобразования информации на различных уровнях компьютерного зрения.</p> <p>Сформированное умение получать и обрабатывать цифровые фото- и видеоизображения, решать задачи преобразования и анализа информации на</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>различных уровнях компьютерного зрения, решать типичные задачи компьютерного зрения, разрабатывать системы компьютерного зрения. Уверенное владение навыками использования готовых аппаратных и программных средств для получения, обработки и анализа изображений, решения типичных задач компьютерного зрения.</p>
<p><b>ПК.3.2</b> Разрабатывает архитектуру программного обеспечения программной системы</p>	<p>Знать принципы построения и работы, основные характеристики и методы эксплуатации современных программных и аппаратных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения. Уметь осуществлять подбор программных и аппаратных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения. Владеть навыками эксплуатации современных аппаратных и программных средств в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает принципы построения и работы, основные характеристики и методы эксплуатации современных программных и аппаратных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения. Не умеет осуществлять подбор программных и аппаратных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения. Не владеет навыками эксплуатации современных аппаратных и программных средств в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Частично сформированные знания принципов построения и работы, основных характеристик и правил использования современных программных и аппаратных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения. Частично сформированное умение осуществлять подбор программных и аппаратных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения. Посредственное владение навыками эксплуатации современных аппаратных и программных средств в контексте построения систем и решения задач</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>компьютерного зрения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие пробелы знания принципов построения и работы, основных характеристик и правил использования современных программных и аппаратных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения.</p> <p>Сформированное, но содержащие пробелы умение осуществлять подбор программных и аппаратных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения.</p> <p>Неуверенное владение навыками эксплуатации современных аппаратных и программных средств в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Полностью сформированные знания принципов построения и работы, основных характеристик и правил использования современных программных и аппаратных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения.</p> <p>Сформированное умение осуществлять подбор программных и аппаратных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения.</p> <p>Уверенное владение навыками эксплуатации современных аппаратных и программных средств в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
----------------------------	----------------------------------	-------------------------------------------------

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3.3</b> Моделирует архитектурные решения для изолированной программной системы</p> <p><b>ПК.3.2</b> Разрабатывает архитектуру программного обеспечения программной системы</p>	<p>Распознавание объектов с помощью геометрической информации.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать:Способы представления изображений в информационных системах.Теоретические и практические основы формирования цифровых изображений.Теоретические основы базовых методов и алгоритмов цифровой обработки изображений.</p> <p>Особенности применения методов и алгоритмов цифровой обработки изображений для решения конкретных практических задач в контексте систем компьютерного зрения и компьютерной графики.Ключевые или наиболее часто употребляемые свойства операций обработки изображений.Различные способы описания (измерения) текстурных признаков на изображении, метрики сравнения текстур.Понятия края, локальной особенности, блока.</p> <p>Методы и алгоритмы обнаружения/выделения/описания краёв на изображениях.Методы и алгоритмы обнаружения/описания локальных особенностей на изображениях.Методы и алгоритмы обнаружения/описания блоковОпределение и цели задачи сегментации изображений.Методы кластеризации для сегментации изображений.Методы подгонки для сегментации изображений.Методы сопоставления изображений по различным признакам, их математические и алгоритмические основы.Теоретические и практические основы задач обработки видео.Базовые алгоритмы обработки видео: методы вычитания фона, оптический поток, дескрипторы видео, задача трекинга.</p> <p>Математические основы получения</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>изображений объектов в камерах.</p> <p>Преобразования 2D и 3D координат, проекционные уравнения.Простейшие математические проекционные модели камер.Внутренние и внешние параметры камер.Способы описания искажений реальных камер.Теоретические и практические основы калибровки камер.</p> <p>Задачи фотограмметрии.Теоретические и практические основы методов распознавания объектов с помощью геометрической информации.</p> <p>Теоретические и практические основы, основные этапы, особенности и преимущества различных методов зрения на основе модели.Уметь:</p> <p>Применять различные методы цифровой обработки изображений при решении конкретных задач улучшения изображений, извлечения примитивов, анализа изображений и прочих.</p> <p>Реализовывать алгоритмы и программы для измерения и сравнения текстурных признаков на изображениях.Применять готовые алгоритмы обнаружения краев, ло</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3.3</b> Моделирует архитектурные решения для изолированной программной системы</p> <p><b>ПК.3.2</b> Разрабатывает архитектуру программного обеспечения программной системы</p>	<p>Распознавание объектов с помощью вероятностных методов.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать:Теоретические и практические основы построения классификаторов, методов оценки и улучшения качества их работы.Основы решения задачи сопоставления с шаблоном с помощью классификатора.Методы классификации на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM). Методы классификации на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети).Понятие гистограммы классов и её использование в классификаторах.Уметь:Использовать готовые программные средства для реализации систем распознавания изображений на основе классификаторов.Выполнять проверку качества работы классификатора.</p> <p>Владеть:навыками проектирования и создания систем распознавания изображений.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3.3</b> Моделирует архитектурные решения для изолированной программной системы</p> <p><b>ПК.3.2</b> Разрабатывает архитектуру программного обеспечения программной системы</p>	<p>Приложения компьютерного зрения.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Иметь представление: О современных проблемах, средствах и методах компьютерного зрения. Знать: Базовые понятия компьютерного зрения: компьютерное зрение, уровни компьютерного зрения, система компьютерного зрения, фото- и видео-изображения, получение и обработка изображений, локальные особенности изображений и их дескрипторы, камера, модели камер, параметры камер, калибровка камер, 3D-видение, стереовидение, фотограмметрия, многовидовая геометрия, освещение и тени, цвет, текстура, подбор и сегментация, кластеризация, распознавание, фон, сопровождение, оптический поток. теоретические и практические основы: методов получения фото- и видео- изображений; обработки (фильтрации, улучшения, сжатия, преобразование цветовых пространств и др.) изображений; анализа и синтеза текстуры; обнаружения, описания и сопоставления локальных особенностей изображения; сегментации изображений на основе модели (подгонка) и на основе методов кластеризации; решения задач распознавания образов (понятие классификатора на основе явно заданной параметрической модели и на основе явно заданных границ классов); 3D-видения; слежения и сопровождения движущихся объектов; построения систем компьютерного зрения, систем взаимодействия компьютера и человека.</p> <p>Уметь: Получать фото- и видеоизображения с помощью различных фото- и видеокамер, определять внутренние и внешние параметры камеры/системы камер,</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>производить обработку фото- и видеоизображений, решать задачи различных уровней компьютерного зрения (3D-восстановление, сегментация, распознавание, слежение, выделение из фона и пр.), проектировать и реализовывать аппаратные и программные составляющие системы компьютерного зрения. Владеть:</p> <p>Навыками получения и обработки фотоизображений, калибровки камер/системы камер, решения задач 3D-видения, разработки систем распознавания образов, систем получения, передачи, обработки и анализа видеоданных, систем взаимодействия компьютера и человека.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Распознавание объектов с помощью геометрической информации.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на <math>N_{\text{тест}} &gt; 40\%</math> И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на <math>N_{\text{лаб}} &gt; 40\%</math> И выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на <math>N_{\text{дз}} &gt; 40\%</math>, итоговый средний балл <math>N = (N_{\text{тест}} + N_{\text{лаб}} + N_{\text{дз}}) / 3 &gt; 80\%</math>. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле <math>N * 20 / 100</math>, где N в %</p>	30
<p>Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на <math>N_{\text{тест}} &gt; 40\%</math> И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на <math>N_{\text{лаб}} &gt; 40\%</math> И выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на <math>N_{\text{дз}} &gt; 40\%</math>, итоговый средний балл <math>N = (N_{\text{тест}} + N_{\text{лаб}} + N_{\text{дз}}) / 3</math> от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле <math>N * 20 / 100</math>, где N в %</p>	18
<p>Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на <math>N_{\text{тест}} &gt; 40\%</math> И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на <math>N_{\text{лаб}} &gt; 40\%</math> И выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на <math>N_{\text{дз}} &gt; 40\%</math>,</p>	13

итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{лаб}}+N_{\text{дз}})/3$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$ , где N в %	
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на $N_{\text{лаб}} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на $N_{\text{дз}} < 41\%$ . Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0

### Распознавание объектов с помощью вероятностных методов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашние задания по созданию сцены в Blender3D и по созданию программы обработки изображений на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2 > 80\%$ . Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*30/100$ , где N в %	30
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашние задания по созданию сцены в Blender3D и по созданию программы обработки изображений на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*30/100$ , где N в %	21
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашние задания по созданию сцены в Blender3D и по созданию программы обработки изображений на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*30/100$ , где N в %	13
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил домашние задания по созданию сцены в Blender3D и по созданию программы обработки изображений на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} < 41\%$ . Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0

### Приложения компьютерного зрения.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2 > 80\%$ . Итоговый	40



балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$ , где N в %	
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$ , где N в %	32
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} > 40\%$ , итоговый средний балл $N=(N_{\text{тест}}+N_{\text{дз}})/2$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$ , где N в %	17
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{\text{тест}} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{\text{дз}} < 41\%$ . Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0