

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

Авторы-составители: **Машкин Сергей Викторович
Марценюк Михаил Андреевич**

Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ
Код УМК 30903

Утверждено
Протокол №4
от «24» июня 2020 г.

Пермь, 2020

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: **03.03.03** Радиофизика
направленность Электроника, микро- и наноэлектроника

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 наноэлектроника)

ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (5) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Компьютерное зрение. Первый семестр

Представление о камерах и физическом процессе формирования изображения.

Введение в компьютерное зрение. Уровни компьютерного зрения. Особенности задач компьютерного зрения. Системы компьютерного зрения.

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.

Общее представление о составляющих процесса получения изображений. Устройство фото- и видеокамер. Параметры фотоэкспозиции. Основы фотографирования, захвата и обработки видео. Методы сжатия изображений и видео и форматы файлов.

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 экспозамера, 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.

Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание. 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.

Ц.О.И.: представление изображений, геометрические преобразования, попиксельные, оконные, сверточные, градиентные, гистограммные, частотные, морфологические фильтры, фильтр "антисмаз", суперпиксельное разрешение, HDR

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.

Восстановление смазанных изображений (фильтр "антисмаз"): математическая модель искажения (размытия) изображения, понятие искажающей функции, операция деконволюции как основа фильтра "антисмаз", проблема влияния шумов на результат восстановления изображений и методы её преодоления. Знакомство с программой Smart Deblur

Синтез и анализ текстур, структурный и статистические методы описания текстуры, текстура как статистика выходов фильтров. Применение текстуры для восстановления формы объектов и распознавания.

Представление текстуры: структурное и статистическое. Текстоны. Методы статистического описания текстуры: плотность краёв, бинарное распределение, матрицы окружения (co-occurrence). Анализ и синтез текстуры с помощью ориентированных пирамид.

Приложения: синтез структуры для создания изображений, распознавание объектов по текстуре (сравнение текстур), определение формы по текстуре.

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

Обнаружение краёв и локальных особенностей на изображении. Фильтр Кэнни. Детекторы и дескрипторы локальных особенностей: детектор Харриса, детектор блобов, SIFT и SURF дескрипторы. Получение панорам и сопоставление. Пирамиды изображений.

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.

Сегментация методом кластеризации, метод К-средних, метод водораздела. Сегментация методом подгонки: подбор линий, кривых, метод наименьших квадратов, М-оценочные функции, преобразование Хафа, метод RANSAC.

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 К-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 М-оценочных функций, метод соглашения по случайным выборкам (RANSAC). Подбор как задача вероятностного вывода.

Методы сопоставления изображений: декартова метрика и метрика городских кварталов, сравнение гистограмм, сопоставление по яркости, цвету, текстуре, градиентам, форме краёв (DT-преобразование), дескрипторам локальных особенностей

Методы сопоставления изображений как основа систем распознавания: декартова метрика и метрика городских кварталов, сравнение гистограмм, сопоставление по яркости, цвету, текстуре, градиентам, форме краёв (DT-преобразование), дескрипторам локальных особенностей.

Метод Виолы-Джонса для распознавания лиц. Прямоугольные фильтры и интегральные изображения. Введение в алгоритм AdaBoost. Понятие классификатора и каскада классификаторов.

Основы обработки видео. Методы вычитания фона: простой, скользящие среднее и

медиана, на основе смеси гауссиан (MoG). Понятие оптического потока. Задача трекинга (сопровождения). Deskрипторы видео.

Основы обработки видео. Методы вычитания фона: простой, скользящие среднее и медиана, оценка фона на основе смеси гауссиан (MoG).

Понятие оптического потока. Метод Лукаса-Канаде. Задача трекинга (сопровождение объектов) и фильтр Кальмана. Ассоциация данных. Примеры и применение: сопровождение транспортных средств.

Детектор резкого изменения сцены. Представление видео в 3D-пространстве XYt. Deskрипторы видео.

Распознавание объектов с помощью геометрической информации.

Преобразования 2D и 3D координат. Проекционные уравнения. Модели камеры. Внутренние и внешние параметры камеры. Искажения в камере. Калибровка камеры. Фотограмметрия.

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. Совместимость поз. Кластеризация поз. Геометрическое хеширование.

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, обзор существующих методов. Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D). Плотное стерео. Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение.

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.

Сопоставление с шаблоном с помощью классификаторов. Классификаторы на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM) и на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Гистограммы классов.

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; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.

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. 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>
2. 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>

Дополнительная:

1. Буйначев, С. К. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / С. К. Буйначев, Н. Ю. Боклаг ; под редакцией Ю. В. Песин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 92 с. — ISBN 978-5-7996-1198-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66183.html>
2. Воеводин, С. В. Системы охранного телевидения : учебное пособие / С. В. Воеводин, Е. И. Духан, Е. Д. Шамонин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-0988-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66203.html>
3. 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>
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

<https://pyneng.readthedocs.io/ru/latest/contents.html> Python для сетевых инженеров

<http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html> OpenCV шаг за шагом

<http://szeliski.org/Book/> Computer Vision: Algorithms and Applications

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 и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</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">Неудовлетворител</p> <p>По контролируемому объему курса обучения получил 0..40% максимальной оценки за проверочные ИЛИ 0..40% максимальной оценки за домашние ИЛИ 0..40% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 41..60%</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 61..80%</p> <p align="center">Отлично</p> <p>По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 81..100%</p>
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и</p>	<p>Знать принципы работы, основные характеристики и методы</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>По контролируемому объему курса обучения получил 0..40% максимальной оценки за</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>эксплуатации современного оборудования, используемого для построения систем компьютерного зрения. Уметь осуществлять подбор оборудования, наиболее подходящего для решения конкретных задач получения изображений и задач компьютерного зрения. Владеть навыками эксплуатации современного оборудования в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p>	<p>Неудовлетворител проверочные ИЛИ 0..40% максимальной оценки за домашние ИЛИ 0..40% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания.</p> <p>Удовлетворительн По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 41..60%</p> <p>Хорошо По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 61..80%</p> <p>Отлично По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 81..100%</p>
<p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p>	<p>Знать теоретические основы современных средств и методов, используемых при решении задач компьютерного зрения, практические аспекты их применения. Уметь применять современные средства и методы для решения задач компьютерного зрения; создавать системы компьютерного зрения на их</p>	<p>Неудовлетворител По контролируемому объему курса обучения получил 0..40% максимальной оценки за проверочные ИЛИ 0..40% максимальной оценки за домашние ИЛИ 0..40% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания.</p> <p>Удовлетворительн По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>основе; применять их для различных бытовых, производственных и исследовательских задач.</p> <p>Владеть навыками использования готовых аппаратных и программных средств в контексте решения задач компьютерного зрения</p>	<p>Удовлетворительн практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 41..60%</p> <p>Хорошо По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 61..80%</p> <p>Отлично По контролируемому объему курса обучения получил 41..100% максимальной оценки за проверочные И 41..100% максимальной оценки за домашние И 41..100% максимальной оценки за практические(лабораторные) задания. Средняя по трём перечисленным оценкам 81..100%</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС +

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
-------------	----------------------------------	---

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> Определение основной задачи компьютерного зрения. Структурные компоненты систем компьютерного зрения. Задачи обработки информации на различных уровнях компьютерного зрения. Определение прямой и обратной задачи в контексте компьютерного зрения. Теоретические физические и математические основы и составляющие процесса формирования изображения. Основные термины радиометрии. Основные модели тенеобразования. Основы излучения света источниками. Основы процесса взаимодействия излучения с объектами и средой. Основы измерения излучения. Понятие цвета, особенности восприятия его человеком, методы объективного измерения цвета, различные цветовые пространства, цветовые инварианты. Как информация о процессе формирования изображения может использоваться при решении задач компьютерного зрения. Теоретические и практические основы процесса получения фото- и

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>видеоизображений.</p> <p>Устройство фото- и видеокамер, их возможности, способы использования и параметры съёмки.</p> <p>Основные способы сжатия и форматы представления фото- и видеоизображений, форматы файлов.</p> <p>Уметь:</p> <p>Оценивать возможности фото- и видеокамер, определять их ключевые характеристики по имеющейся документации, применимость для решения конкретных задач компьютерного зрения.</p> <p>Производить измерение цвета и представление его в различных цветовых пространствах.</p> <p>Получать истинный цвет объектов вне зависимости от условий освещения.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками проектирования систем получения фото- и видеоизображений.</p> <p>Навыками проектирования систем и разработки алгоритмов для решения простейших задач компьютерного зрения.</p> <p>Навыками получения фото- и видеоизображения с помощью различных фото- и видеокамер, настройки этих устройств для получения качественного результата при различных условиях.</p> <p>Навыками преобразования фото- и</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		видеоизображения из одного формата в другой в графических и видеоредакторах.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация. Совместимость поз. Кластеризация поз. Геометрическое хеширование. Защищаемое контрольное мероприятие</p>	

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Знать:</p> <p>Способы представления изображений в информационных системах.</p> <p>Теоретические и практические основы формирования цифровых изображений.</p> <p>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.</p> <p>Ключевые или наиболее часто употребляемые свойства операций обработки изображений.</p> <p>Различные способы описания (измерения) текстурных признаков на изображении, метрики сравнения текстур.</p> <p>Понятия края, локальной особенности, блоба.</p> <p>Методы и алгоритмы обнаружения/выделения/описания краёв на изображениях.</p> <p>Методы и алгоритмы обнаружения/описания локальных особенностей на изображениях.</p> <p>Методы и алгоритмы обнаружения/описания блобов</p> <p>Определение и цели задачи сегментации изображений.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Методы кластеризации для сегментации изображений.</p> <p>Методы подгонки для сегментации изображений.</p> <p>Методы сопоставления изображений по различным признакам, их математические и алгоритмические основы.</p> <p>Теоретические и практические основы задач обработки видео.</p> <p>Базовые алгоритмы обработки видео: методы вычитания фона, оптический поток, дескрипторы видео, задача трекинга.</p> <p>Математические основы получения изображений объектов в камерах.</p> <p>Преобразования 2D и 3D координат, проекционные уравнения.</p> <p>Простейшие математические проекционные модели камер.</p> <p>Внутренние и внешние параметры камер.</p> <p>Способы описания искажений реальных камер.</p> <p>Теоретические и практические основы калибровки камер.</p> <p>Задачи фотограмметрии.</p> <p>Теоретические и практические основы методов распознавания объектов с помощью геометрической информации.</p> <p>Теоретические и практические основы, основные этапы, особенности и</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>преимущества различных методов зрения на основе модели.</p> <p>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.</p> <p> Применять готовые</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Задача 3D-видения, обзор существующих методов. Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D). Плотное стерео. Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Знать:</p> <p>Постановку задачи</p> <p>3D-видения.</p> <p>Теоретические и практические основы различных методов решения задачи</p> <p>3D-видения.</p> <p>Различные способы и форматы представления входных и выходных данных в системах</p> <p>3D-видения.</p> <p>Теоретические и практические основы решения задачи стереовидения.</p> <p>Постановку задачи плотного стерео, основные трудности при её решении.</p> <p>Теоретические основы решения задачи 3D-видения для случая многовидовой геометрии.</p> <p>Суть эпиполярного ограничения, использование его при решении задачи 3D-видения.</p> <p>Понятие слабой калибровки камер.</p> <p>Уметь:</p> <p>Выполнять калибровку системы стереовидения с использованием готовой программы.</p> <p>Решать задачу поиска соответствующих точек на стереопаре изображений.</p> <p>Решать задачу восстановления 3D-координат точек на стереопаре изображений.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками решения задачи стереовидения с использованием готовой</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>программы. Навыками решения задачи 3D-видения с использованием системы активного стерео и готовой программы. Создавать и просматривать 3D-модели объектов в готовой программе - 3D-редакторе. Навыками создания систем 3D-видения.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Сопоставление с шаблоном с помощью классификаторов. Классификаторы на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM) и на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Гистограммы классов.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	

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

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Иметь представление: О современных проблемах, средствах и методах компьютерного зрения.</p> <p>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>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Уметь:</p> <p>Получать фото- и видеоизображения с помощью различных фото- и видеокамер, определять внутренние и внешние параметры камеры/системы камер, 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.</p> <p>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>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.4 способность внедрять готовые научные разработки</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> Основы классического метода распознавания лиц (метод Виолы-Джонса). Основы построения систем поиска в базе изображений. Основы построения систем дополненной и виртуальной реальности. Основные сведения о задачах, решаемых интеллектуальными системами видеонаблюдения. Основные сведения о задачах, решаемых в системах управления автономными транспортными средствами. Основные сведения о задачах систем взаимодействия человека и компьютера. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> Осуществлять поиск и анализ научной литературы по теме приложений систем компьютерного зрения. Осуществлять проектирование систем компьютерного зрения в зависимости от конкретного приложения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> Навыками проектирования и создания систем компьютерного зрения. Навыками проектирования и создания автоматических систем управления на основе систем компьютерного зрения. Навыками использования готового

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		программного обеспечения для решения задач с компьютерного зрения в контексте приложений.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию фотокамеры и по захвату видеоизображений на $N_{\text{лаб}} > 40\%$, итоговый средний балл $N = (N_{\text{тест}} + N_{\text{лаб}}) / 2 > 80\%$. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	10
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию фотокамеры и по захвату видеоизображений на $N_{\text{лаб}} > 40\%$, итоговый средний балл $N = (N_{\text{тест}} + N_{\text{лаб}}) / 2$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	8
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию фотокамеры и по захвату видеоизображений на $N_{\text{лаб}} > 40\%$, итоговый средний балл $N = (N_{\text{тест}} + N_{\text{лаб}}) / 2$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	5
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил лабораторные работы по использованию фотокамеры и по захвату видеоизображений на $N_{\text{лаб}} < 41\%$. Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0

Зрение на основе модели. Формулировка задачи, основные этапы: формирование гипотезы, визуализация, верификация. Совместимость поз. Кластеризация поз. Геометрическое хеширование.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на $N_{\text{лаб}} > 40\%$ И выполнил домашние задания по	20

использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на $N_{дз} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб}+N_{дз})/3 > 80\%$. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$, где N в %	
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на $N_{лаб} > 40\%$ И выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на $N_{дз} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб}+N_{дз})/3$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$, где N в %	15
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на $N_{лаб} > 40\%$ И выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на $N_{дз} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб}+N_{дз})/3$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*20/100$, где N в %	8
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил лабораторные работы по использованию готовых программ для обработки (фильтрации) фото и видеоизображений на $N_{лаб} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил домашние задания по использованию готовых программ для создания панорамы и HDR-снимков на $N_{дз} < 41\%$. Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0

Задача 3D-видения, обзор существующих методов. Стереовидение: постановка задачи, основные этапы (ректификация, пары соответствующих точек, восстановление 3D). Плотное стерео. Многовидовая геометрия, эпиполярное ограничение.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил лабораторную работу по калибровке камер и решению задачи стереовидения на $N_{лаб} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб})/2 > 80\%$. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*10/100$, где N в %	10
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил лабораторную работу по калибровке камер и решению задачи стереовидения на $N_{лаб} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб})/2$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*10/100$, где N в %	8
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил лабораторную работу по калибровке камер и решению задачи стереовидения на $N_{лаб} > 40\%$, итоговый средний балл $N=(N_{тест}+N_{лаб})/2$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N*10/100$, где N в %	5
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N_{тест} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил лабораторную работу по калибровке камер и решению задачи стереовидения на	0

Нлаб < 41%. Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	
---	--

Сопоставление с шаблоном с помощью классификаторов. Классификаторы на основе явно заданных границ (кластеризация, метод SVM) и на основе вероятностных моделей (классификатор Байеса и нейросети). Гистограммы классов.

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

Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

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 балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 20 / 100$, где N в %	20
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{\text{тест}} > 40\%$ И	16

выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{дз} > 40\%$, итоговый средний балл $N = (N_{тест} + N_{дз}) / 2$ от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 20 / 100$, где N в %	
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{тест} > 40\%$ И выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{дз} > 40\%$, итоговый средний балл $N = (N_{тест} + N_{дз}) / 2$ от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 20 / 100$, где N в %	9
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу курса на $N_{тест} < 41\%$ И/ИЛИ выполнил домашнее задание по созданию программы обработки и анализа видеопотока на OpenCV+Python на $N_{дз} < 41\%$. Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0

Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N > 80\%$. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	10
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на N от 61 до 80%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	8
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на N от 41 до 60%. Итоговый балл за контрольную точку вычисляется по формуле $N * 10 / 100$, где N в %	5
Выполнил тест по пройденному теоретическому материалу раздела на $N < 41\%$. Итоговый балл за контрольную точку выставляется равным 0.	0