

**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 обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Инженерия программного обеспечения

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

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

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Инженерия программного обеспечения)

**ПК.5** Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение, в том числе интеллектуальные информационные системы

#### **Индикаторы**

**ПК.5.2** Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Инженерия программного обеспечения)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (5) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.5**

**Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение, в том числе интеллектуальные информационные системы**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.5.2</b> Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Знать принципы построения и работы, основные характеристики и методы эксплуатации современных программных средств, используемых для построения систем компьютерного зрения; методы и способы представления, обработки и анализа информации при решении различных задач компьютерного зрения Уметь осуществлять подбор готовых или разработку собственных методов, алгоритмов и программных средств, наиболее подходящих для решения конкретных задач получения, обработки и анализа изображений и задач компьютерного зрения. Владеть навыками использования готовых программных средств в контексте построения систем и решения задач компьютерного зрения.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></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"><b>Удовлетворительн</b></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"><b>Хорошо</b></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"><b>Отлично</b></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>



## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 28/28/0/88 Экзамен

**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

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
------------------------------------	--	---

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.5.2</b>            Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Источники света. Основы радиометрии, методы фотореалистичной компьютерной графики, фотометрическое стерео. Модели образования теней. Цвет, его измерение и описание.  <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	

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

Компетенция (индикатор)	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>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
		видеоизображения из одного формата в другой в графических и видеоредакторах.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.5.2</b>            Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Зрение на основе модели.            Формулировка задачи, основные этапы:            формирование гипотезы, визуализация, верификация.            Совместимость поз.            Кластеризация поз.            Геометрическое хеширование.  <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	

Компетенция (индикатор)	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 (индикатор)	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>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
		<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>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.5.2</b>            Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</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.  <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	

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

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
		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.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.5.2</b>  Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</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><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p><b>Знать:</b></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><b>Уметь:</b></p> <p>Использовать готовые программные средства для реализации систем распознавания изображений на основе классификаторов.</p> <p>Выполнять проверку качества работы классификатора.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками проектирования и создания систем распознавания изображений.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.5.2</b> Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></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 (индикатор)	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>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.5.2</b>            Проектирует используемые структуры данных и программные интерфейсы, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования</p>	<p>Обзор современных приложений компьютерного зрения: поиск в базе изображений; дополненная реальность; системы технического зрения; интеллектуальное видеонаблюдение; распознавание лиц и т.д.  <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	

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

Компетенция (индикатор)	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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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