

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»**

Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Продвинутое компьютерное зрение»**

Направление подготовки  
09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль) подготовки  
«Программное обеспечение систем искусственного интеллекта»

Уровень подготовки – бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Срок обучения – 4 года

Рязань

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Оценочные материалы* – это совокупность учебно-методических материалов и процедур, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

*Цель* – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

*Основная задача* – обеспечить оценку уровня сформированности компетенций и индикаторов их достижения, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся, организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся на практических занятиях по результатам выполнения и защиты обучающимися индивидуальных заданий, по результатам выполнения контрольных работ и тестов, по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется устные и письменные ответы студентов на индивидуальные вопросы, письменное тестирование по теоретическим разделам курса. Дополнительным средством оценки знаний и умений студентов является отчет о выполнении практических заданий и его защита.

По итогам курса обучающиеся сдают экзамен. Форма проведения – устный ответ с письменным подкреплением по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания дисциплины. В билет для экзамена включается три теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу студент должен составить в письменном виде план ответа.

### 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-8 (индикаторы ПК-8.1, ПК-8.2), ПК-10 (индикаторы ПК-10.1).

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных задач на занятиях, выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и их защиты, а также в процессе сдачи экзамена.

### 2 Показатели и критерии оценивания компетенций (результатов) на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении

освоения дисциплины;

– продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;

– эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков – на пороговом уровне. При освоении менее 40% приведенных знаний, умений и навыков компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

**Уровень сформированности** каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

**Оценке сформированности в рамках данной дисциплины подлежат компетенции/индикаторы:**

Показатели достижения планируемых результатов обучения и критерии их оценивания на разных уровнях формирования компетенций приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Показатели достижения индикаторов компетенции

| 1                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3    | 4                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|
| Компетенция: код по ФГОС 3++, формулировка                                                  | Индикаторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Этап | Наименование оценочного средства |
| ПК-8<br>Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта | <b>ПК-8.1 Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях</b><br><u>Знать</u> : методы поиска данных.<br><u>Уметь</u> : отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критический отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость.<br><u>Владеть</u> : методологией поиска данных из разных источников.<br><b>ПК-8.2 Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения</b><br><u>Знать</u> : методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки структурированных и неструктурированных данных; методы | 1    | Экзамен                          |

| 1                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3 | 4       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|
|                                                                                                                                                                                    | <p>планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборок.</p> <p><u>Уметь</u>: выявлять и исключать из массива данных ошибочные данные и выбросы; выделять входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей.</p> <p><u>Владеть</u>: основами подготовки структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |         |
| <p>ПК-10<br/>(09.03.04/02 Программное обеспечение систем искусственного интеллекта)</p> <p>Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий ИИ</p> | <p><b>ПК-10.1 Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии "Компьютерное зрение"</b></p> <p><u>Знать</u>: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p> <p><u>Уметь</u>: решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p> <p><u>Владеть</u>: методологией сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение».</p> | 1 | Экзамен |

Преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Кроме того, преподавателем учитываются ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле:

- контрольные опросы;
- задания для лабораторных занятий.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основ предварительной обработки данных и базовые алгоритмы обработки;
- локализации и классификации объектов на изображениях;
- методов предварительной обработки изображений;

- математической морфологии - методов обработки изображений на основе математических операций с наборами пикселей.

**наличие умений:**

- применять базовые алгоритмы обработки данных и изображений для предварительной обработки данных;
- извлекать признаки изображений для анализа и классификации;
- строить карты глубины на основе стереоизображений;
- использовать методы проективного пространства для выпрямления изображений и исправления искажений.

**обладание навыками:**

- работы с предварительной обработкой данных и изображений, включая применение алгоритмов и методов обработки.
- сегментации изображений и определения границ и объектов на них;
- применения методов компьютерного зрения и обработки изображений в различных проектах и задачах.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения практических работ:

41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;

61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;

81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в таблице.

| <b>Шкала оценивания</b>    | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>«отлично»</b>           | <b>студент должен:</b> продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; уметь сделать выводы по излагаемому материалу; безупречно ответить не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины; выполнить все практические задания, предусмотренные программой |
| <b>«хорошо»</b>            | <b>студент должен:</b> продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу; ответить на все вопросы билета; выполнить все практические задания, предусмотренные программой.                                                                     |
| <b>«удовлетворительно»</b> | <b>студент должен:</b> продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; уметь устранить допущенные погрешности в ответе на теоретические вопросы; выполнить все практические задания, предусмотренные программой.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>«неудовлетворительно»</b> | <b>ставится в случае:</b> невыполнения практических занятий; незнания значительной части пройденного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.). |

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы

ФОС по дисциплине содержит следующие оценочные средства, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций при текущем контроле и промежуточной аттестации, разбитые по модулям дисциплины:

- перечень экзаменационных вопросов;
- макет билета к экзамену.

Средства для оценки различных уровней формирования компетенций по категориям «знать», «уметь», «владеть» обеспечивают реализацию основных принципов контроля, таких, как объективность и независимость, практико-ориентированность, междисциплинарность.

С учетом этого, контрольные вопросы (задания, задачи,) входящие в ФОС, для различных категорий и уровней освоения компетенций имеют следующий вид:

#### Уровень ЗНАТЬ

| Дескрипторы                                                                                                 | Пример задания из оценочного средства                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| виды представления данных, методы поиска и парсинга данных                                                  | 1. Описать создание и использование экземпляров класса Mat библиотеки OpenCV для обработки изображений.                                               |
| уровни представления данных (ODS, DDL, семантический слой, модель данных)                                   | 2. Описать создание и использование экземпляров класса Mat библиотеки OpenCV для обработки изображений.                                               |
| основные инструменты, библиотеки и технологии Data Science                                                  | 3. Описать функционал библиотеки OpenCV<br>4. Описать функционал модуля contrib библиотеки OpenCV.                                                    |
| методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки | 5. Описать применение метода главных компонент для уменьшения размерности элементов набора данных.<br>6. Описать применение метода наименьших квадра- |

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| структурированных и неструктурированных данных                                                                                                                                                                                        | тов в задачах регрессионного анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| методы планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборки                                                                                                                                        | <p>7. Описать принцип построения гистограммы направленных градиентов.</p> <p>8. Описать принцип построения дескриптора особых точек SIFT.</p> <p>9. Описать известные виды перцептивных хеш-функций.</p>                                                                                                                             |
| принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии ИИ для анализа изображений и видео, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию СИИ на основе сквозной субтехнологии "Компьютерное зрение" | <p>10. Описать принцип работы фильтра Калмана и его применение для стабилизации параметров модели объекта на видеоизображении.</p> <p>11. Описать принцип вычисления фундаментальной матрицы в системах стереозрения и использования фундаментальной матрицы для реконструкции трехмерных изображений на основе серии двумерных.</p> |

### Уровень УМЕТЬ

| Дескрипторы                                                                                                                                                    | Пример задания из оценочного средства                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критических отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость                 | 1. Разработать программу для поиска изображений в базе данных при помощи перцептивных хеш-функций.                                                |
| использовать инструменты и библиотеки для DataScience для поиска данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях                   | 2. Разработать программу для поиска изображений в базе данных при помощи перцептивных хеш-функций с использованием функционала библиотеки OpenCV. |
| выявлять и исключать из массива данных ошибочные данные и выбросы                                                                                              | 3. Разработать программу, применяющую метод RANSAC для снижения влияния выбросов в задачах сопоставления ключевых точек изображения.              |
| выявлять входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей                                                                              | 4. Разработать программу, выполняющую слежение за перемещениями объекта на видео.                                                                 |
| осуществлять разметку структурированных и неструктурированных данных                                                                                           | 5. Разработать программу, формирующую гистограмму направленных градиентов для обнаружения лиц на фотографии.                                      |
| использовать инструменты, библиотеки и технологии Data Science для подготовки и разметки структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения | 6. Разработать программу, формирующую гистограмму направленных градиентов для обнаружения лиц на фотографии с применением библиотеки OpenCV.      |
| использовать методы и технологии массово параллельной обработки и анализа данных                                                                               | 7. Разработать программу, выполняющую восстановление трёхмерного облака точек по серии двумерных изображений с применением параллельных           |

|                                                                                                                                                       |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                       | вычислений на графическом контроллере.                                                   |
| применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем ИИ на основе сквозной цифровой субтехнологии "Компьютерное зрение" | 8. Разработать систему восстановления трёхмерных координат объекта по серии изображений. |

### Перечень вопросов к экзамену и макет экзаменационного билета

1. Применение линейных и нелинейных фильтров для снижения шумов на изображениях.
2. Методы повышения резкости изображений.
3. Выравнивание гистограммы яркости для повышения контрастности изображений.
4. Бинаризация изображения методом Оцу.
5. Интегральное изображение. Адаптивная бинаризация изображения методом Брэдли.
6. Сегментация изображения методом водораздела.
7. Применение кластеризации для сегментации областей изображения.
8. Методы выделения границ на изображении на основе градиента яркости.
9. Выделение границ на изображении на основе лапласиана яркости.
10. Выделение границ на изображении детектором границ Кэнни.
11. Базовые морфологические операции.
12. Построение морфологического скелета области бинарного изображения.
13. Применение условной дилатации для устранения лишних областей бинарного изображения.
14. Вычисление и применение перцептивной хеш-функции.
15. Выделение углов на изображении детектором Моравеца.
16. Выделение углов на изображении детектором Харриса-Стефана.
17. Выделение углов на изображении детектором FAST.
18. Выделение и примеры использования «капель» MSER на изображении.
19. Построение гистограммы направленных градиентов.
20. Требования к особым точкам изображения. Известные детекторы особых точек.
21. Использование коэффициента корреляции для сопоставления изображений.
22. Преобразование Хаффа: вычисление и примеры использования.
23. Контурный анализ в задачах сопоставления изображений.
24. Выпрямление изображений плоскостей на основе параллельных прямых.
25. Ректификация пары изображений.
26. Матрица внутренних параметров камеры.
27. Построение карты глубины на основе стереоизображения.
28. Эпиполярное ограничение на пару точек трёхмерного пространства, снятых с разных ракурсов.
29. Фундаментальная матрица пары изображений: вычисление, применение.
30. Сущностная матрица пары изображений: вычисление, применение.
31. Восстановление трёхмерных координат точек при помощи сущностной матрицы пары изображений.

## Макет экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет»  
(РГРТУ)

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1  
по дисциплине «Продвинутое компьютерное зрение»

1. Восстановление трёхмерных координат точек при помощи существенной матрицы пары изображений.
2. Использование коэффициента корреляции для сопоставления изображений.
3. Бинаризация изображения методом Оцу

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## Перечень лабораторных работ

### Лабораторная работа «Предварительная обработка изображения» (№1).

Цель: изучить методы предварительной обработки изображений

Задание: Написать программу, переводящую цветное изображение в оттенки серого, затем снижающую шумы на изображении при помощи выбранного пользователем фильтра, повышающую резкость изображения и его контрастность.

### Лабораторная работа «Сегментация изображения» (№2).

Цель: изучить методы сегментации изображения

Задание: Написать программу, выполняющую бинаризацию изображения методами Оцу и Брэдли, и сегментацию изображения методом водораздела.

### Лабораторная работа «Математическая морфология» (№3).

Цель: изучить методы морфологического преобразования изображения

Задание: Написать программу, выполняющую следующие морфологические преобразования бинарного изображения: дилатацию, эрозию, размыкание, замыкание, условную дилатацию, вычисление морфологического скелета.

### Лабораторная работа «Выделение признаков и сопоставление изображений» (№4).

Цель: изучить методы сопоставления изображений

Задание: Написать программу для сопоставления изображений с помощью перцептивных хеш-функций и дескрипторов ключевых точек SIFT.

### Лабораторная работа «Локализация и классификация объектов» (№5).

Цель: изучить методы локализации объектов на изображении

Задание: Написать программу для обнаружения лиц на фотографии с использованием гистограммы направленных градиентов.

Лабораторная работа «Выпрямление изображений плоскостей» (№6).

Цель: изучить методы выпрямления изображений плоскостей

Задание: Написать программу, выпрямляющую изображение листа бумаги на фотографии.

Лабораторная работа «Построение карты глубины по стереоизображению» (№7).

Цель: изучить методы построения карты глубины

Задание: Написать программу для построения карты глубины по стереоизображению.

Лабораторная работа «Восстановление трёхмерных координат точек, снятых произвольно движущейся камерой» (№8).

Цель: изучить методы построения облака трёхмерных точек

Задание: Написать программу для построения облака трёхмерных точек на основе ключевых точек изображений, снятых произвольно движущейся камерой.