

Минобрнауки России

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой

(Э.К. Алгазинов)

Кафедра информационных систем

31.08.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.16 Обработка изображений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

2. Профиль подготовки/специализация:

Информационные системы и сетевые технологии

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра информационных систем

6. Составители программы:

Фертиков Вадим Валериевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент

7. Рекомендована:

Научно-методическим советом ФКН, протокол НМС №6 от 25.06.2018

8. Учебный год:

2020-2021

Семестр(ы):

6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

формирование профессиональных компетенций будущих бакалавров в области информационных систем и технологий через изучение математического аппарата описания непрерывных и цифровых преобразований изображений, вопросов их алгоритмической реализации, рассмотрение классифицированного обзора практических приемов цифровой обработки: методов предварительной обработки, улучшения качества, реставрации и сегментации изображений. Лабораторная часть дисциплины предоставляет возможность испытания нескольких методов обработки и их более глубокого изучения при решении соответствующих практических задач. В процессе освоения учебных материалов студент получит знание основных методов цифровой обработки изображений и математического аппарата для описания изображений и преобразующих систем, представление о способах реализации алгоритмов обработки, их анализе по сложности, умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задачи и конкретного

способа его алгоритмической реализации, а также навыки работы с одним из доступных инструментариев, предназначенных для практической реализации изучаемых методов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

обязательная дисциплина вариативной части профиля подготовки (Б1.В); входные знания в объеме обязательных курсов, предусмотренных учебным планом для изучения в семестрах 1 – 5: «Дискретная математика», «Математический анализ», «Введение в программирование», «Алгебра и геометрия», «Теория функций комплексного переменного», «Теория вероятностей и математическая статистика». В свою очередь, знание методов цифровой обработки изображений необходимо студентам для изучения общих профессиональных и специальных дисциплин: «Технологии обработки информации», «Интеллектуальные системы и технологии».

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Б1.Б.08 Математический анализ	2-4, 6
2	Б1.Б.16 Алгебра и геометрия	8
3	Б1.Б.20 Теория функций комплексного переменного	9, 16
4	Б1.Б.22 Теория вероятностей и математическая статистика	10, 12

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название	Знать	Уметь	Владеть
ПК-12	способностью разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)	основные методы цифровой обработки изображений и математический аппарат для описания изображений и преобразующих систем	применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем	методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений

Код	Название	Знать	Уметь	Владеть
ПК-17	способностью использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества	способы реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, методику анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов	применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности	навыками работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой, Контрольная работа

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 6	Всего
Аудиторные занятия	64	64
Лекционные занятия	32	32
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	44	44
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Классификация методов, алгоритмов и систем обработки изображений.	Подходы к классификации методов, алгоритмов и систем цифровой обработки изображений. Этапы обработки изображений системой технического зрения: ввод информации, предварительная обработка, сегментация, описание, распознавание.
2	Математическая модель непрерывного изображения.	Математический аппарат для описания непрерывных изображений. Пространственные частоты. Двумерное преобразование Фурье. Двумерная функция Дирака и ее дифференцирование.
3	Математическое описание систем преобразования непрерывных изображений.	Математическое описание систем для преобразования непрерывных изображений. Линейные и пространственно-инвариантные системы. Гомоморфные фильтры.
4	Модели зрительной системы человека.	Субъективные характеристики ощущения света, моделируемые особенности зрительной системы (виды рецепторов и их чувствительность, оптика глаза, механизм латерального торможения, временная реакция). Логарифмическая и расширенная модели одноцветного зрения. Модели цветового зрения.
5	Основы колориметрии.	Аксиомы уравнивания цветов, цветовое пространство, координаты цвета и цветности, треугольник Максвелла, преобразования координат цвета. Стандартизация систем координат цвета: построение колориметрической системы. Диаграмма цветности и locus. Выбор основных цветов колориметрической системы и в конструкции цветовоспроизводящего устройства.

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
6	Дискретизация и восстановление изображений.	Математическое описание идеальной дискретизации и восстановления без потерь, математические модели реальных системы дискретизации (моделирование искажений из-за конечных размеров дискретизирующей решетки, из-за конечной ширины дискретизирующего импульса, из-за недостаточной частоты дискретизации).
7	Квантование изображений.	Идеальный и равномерный квантователь, квантователь со сжатием, квантование цветных изображений, рекомендации по цифровой обработке квантованных изображений.
8	Линейная цифровая обработка изображений.	Обобщенный линейный оператор, разделимость преобразования. Оператор суперпозиции. Оператор свертки. Унитарные преобразования: обобщенный оператор, разделимость ядра, дискретное преобразование Фурье ДПФ (свойства, уменьшающие сложность алгоритмов, расчет свертки с использованием ДПФ).
9	Рекурсивная фильтрация.	Математический аппарат для описания рекурсивных фильтров (z-преобразование и системная функция), условия их физической реализуемости и устойчивости, постановка задачи синтеза. Сравнение алгоритмов по сложности с ранее рассмотренными. Особенности реализации рекурсивных фильтров для обработки изображений: фильтр 1-го рода, методы симметризации функции рассеяния точки.
10	Методы снижения уровня шумов и помех на изображении.	Обзор методов снижения уровня шумов и помех на изображении: низкочастотная линейная фильтрация, нелинейное подавление импульсных помех (в частности, медианная фильтрация), алгоритмы устранения помех на 2-градационных изображениях, подавление мультипликативных помех, винеровская фильтрация шумов с заданными спектральными характеристиками.
11	Улучшение качества изображений.	Обзор методов улучшения (субъективного) качества изображений: изменение контраста, подчеркивание границ, преобразование спектра, выравнивание гистограмм (аналитическое приближение и цифровые методы, локальное гистограммное выравнивание).

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
12	Реставрация изображений.	Постановка задачи реставрации изображений: моделирование искажений (модели изображающих систем, цифровых преобразователей и шумов на изображении) и способы обращения искажающих преобразований. Метод винеровского оценивания в применении к реставрации изображений.
13	Контурный анализ.	Этапы контурного анализа в задаче сегментации изображений: обзор методов контрастирования перепадов (дифференцирование изображения и др.), методы построения контура (соединение точек перепада, алгоритмы прослеживания контуров, глобальный анализ методами теории графов, методы аппроксимации контурных кривых, в частности, преобразование Хоуга (Хафа)).
14	Пороговая сегментация.	Обзор методов пороговой сегментации изображений: определение порога по гистограмме, алгоритмы с выбором динамического порога, выбор порога методом теории принятия решений, сегментация с дифференцированием, многомерная пороговая сегментация.
15	Областно-ориентированная сегментация.	Обзор методов областно-ориентированной сегментации: алгоритмы расширения области, алгоритмы разбиения и объединения областей.
16	Параллельно-рекурсивные методы обработки изображений.	Принципы построения параллельно-рекурсивных фильтров с конечной импульсной характеристикой. Обзор задач из области применения параллельно-рекурсивных методов.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Классификация методов, алгоритмов и систем обработки изображений.	2			3	5
2	Математическая модель непрерывного изображения.	2			3	5

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
3	Математическое описание систем преобразования непрерывных изображений.	2			3	5
4	Модели зрительной системы человека.	2			3	5
5	Основы колориметрии.	2			3	5
6	Дискретизация и восстановление изображений.	2			3	5
7	Квантование изображений.	2	2	2	2	8
8	Линейная цифровая обработка изображений.	2	2	2	2	8
9	Рекурсивная фильтрация.	2	2	2	2	8
10	Методы снижения уровня шумов и помех на изображении.	2	2	2	3	9
11	Улучшение качества изображений.	2	2	2	3	9
12	Реставрация изображений.	2	2	2	3	9
13	Контурный анализ.	2	3	3	2	10
14	Пороговая сегментация.	2	1	1	3	7
15	Областно-ориентированная сегментация.	2			3	5
16	Параллельно-рекурсивные методы обработки изображений.	2			3	5
		32	16	16	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает проработку материалов лекций, изучение рекомендованной литературы, подготовку к контрольным работам, подготовку к лабораторным работам и их защитам, подготовку к устному опросу и зачету.

Самостоятельная работа в аудитории выполняется под непосредственным руководством преподавателя. Для повышения эффективности руководства при проведении лабораторных

занятий, призванных обеспечить выборочное использование лекционного материала для более глубокого изучения отдельных методов обработки изображений при решении соответствующих практических задач, необходимо ссылаться на материалы лекций, показывая место решаемых задач в общем плане изложения. Примерный перечень задач с рекомендациями относительно содержания лабораторного занятия приводится ниже.

- Выбор инструментария для практической реализации рассматриваемых далее методов цифровой обработки изображений. Применить в реализации приложений рекомендации по цифровой обработке квантованных изображений. Изучить особенности внутреннего представления изображений используемым далее инструментарием. Реализация моделей аддитивного гауссовского шума и импульсной помехи.
- Задача № 1. Разработка приложения, реализующего метод линейной низкочастотной фильтрации аддитивного шума на изображении. Изучить цифровой оператор свертки и использовать его в качестве модели фильтра. Выработать рекомендации по выбору полосы пропускания фильтра в зависимости от интенсивности шума и продемонстрировать их справедливость.
- Задача № 2. Реализация метода рекурсивной низкочастотной фильтрации изображения с целью снижения уровня аддитивного шума. Изучить особенности фильтра 1-го рода и использовать его в реализации метода. Выбрать количественный критерий оценки качества обработанного изображения от исходного, свободного от шума) и по результатам эксперимента выработать рекомендации по выбору между рекурсивным и нерекурсивным фильтрами в зависимости от характеристик шума и изображения.
- Задача № 3. Реализовать модель медианного фильтра изображения для устранения импульсных помех. Применить в реализации алгоритм Хоора поиска медианы. Продемонстрировать возможности метода при различных формах апертуры фильтра и интенсивности помех.
- Задача № 4. Демонстрация метода улучшения качества изображения подчеркиванием границ. Использовать модель нерекурсивного линейного фильтра верхних частот. Реализовать возможность выбора из набора фильтров с различающимися частотами среза.
- Задача № 5. Реализовать модели дифференциаторов изображения с целью контрастирования перепадов и подготовки контурного препарата. Для расчета поля модуля градиента использовать операторы Собеля. В реализации оператора Лапласа использовать разработанную модель линейного фильтра.
- Задача № 6. Реализовать приложение для расчета преобразования Хоуга изображения (метод "стягивания прямых в точки"). Построить изображение плоскости параметров и продемонстрировать обнаружение прямых участков контура на исходном изображении.
- Задача № 7. Разработка приложения для глобального контурного анализа изображения методами теории графов. Изучить правила построения исходного графа по анализируемому изображению: соответствие вершин элементам контура, построение дуг и их стоимость. Для решения формализованной задачи поиска пути наименьшей стоимости использовать алгоритм A*. Продемонстрировать работу алгоритма при использовании различных эвристик с целью сокращения объема поиска, а также в различных условиях (особенности изображения, интенсивность аддитивного шума и импульсных помех).

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Батура, В.А. Обработка изображений в системе MATLAB: лабораторные работы : [16+] / В.А. Батура, А.Ю. Тропченко, А.А. Тропченко ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 41 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563997
2	Мамчев, Г.В. Цифровое телевидение: теоретические основы и практическое применение : [16+] / Г.В. Мамчев, С.В. Тырыкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 564 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574851

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Дьяконов В.П. MATLAB 6.0/6.1/6.5/6.5 + SP1. SIMULINK 4/5. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2005. – 591 с.
2	Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — Москва : Техносфера, 2005. – 1050 с.
3	Методы компьютерной обработки изображений / М. В. Гашников [и др.]. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 780 с.
4	Яне Б. Цифровая обработка изображений = Digital Image Processing / Б. Яне. — Москва : Техносфера, 2007.– 584 с.
5	Форсайт Дэвид. Компьютерное зрение : Современный подход. / Дэвид Форсайт, Жан Понс. — Москва : Вильямс, 2004. – 466 с.
6	Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман [и др.]. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 568 с.
7	Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. — Москва : Мир, 1982. – Т.1. – 310 с.
8	Обработка изображений и цифровая фильтрация / под ред. Т. Хуанга. — Москва : Мир, 1979. – 318 с.
9	Фу К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. — Москва : Мир, 1989. – 620 с.
10	Хорн Б.К.П. Зрение роботов / Б.К.П. Хорн. — Москва : Мир, 1989. – 487 с.
11	Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений / Б.В. Анисимов, В.Д. Курганов, В.К. Злобин. — Москва : Высш. шк., 1983. – 294 с.
12	Бутаков Е.А. Обработка изображений на ЭВМ / Е.А. Бутаков, В.И. Островский, И.Л. Фадеев. — Москва. : Радио и связь, 1987. – 237 с.

№ п/п	Источник
13	Яншин В.В. Обработка изображений на языке Си для IBM PC : Алгоритмы и программы / В.В. Яншин, Г.А. Калинин. — Москва : Мир, 1994. – 238 с.
14	Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер. — Москва : Мир, 1991. – 568 с.
15	Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы / Н. Вирт. — Москва : Мир, 1985. – 406 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	http://www.lib.vsu.ru ЗНБ ВГУ
2	https://edu.vsu.ru Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Рекомендованная программой литература.
2	Конспекты лекций.
3	Электронное методическое пособие (в форме автоматизированной обучающей системы).
4	Официальный сайт библиотеки компьютерного зрения OpenCV: http://opencv.org/

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

В качестве интегрированной среды разработки при проведении лабораторных работ студентам рекомендуется использование установленного в компьютерных классах факультета компьютерных наук лицензионного программного обеспечения Microsoft Visual Studio и библиотеки компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV.

Внеаудиторная самостоятельная работа, как правило, предполагает использование студентами среды разработки Microsoft Visual Studio, официальная процедура установки которой на собственные компьютеры студентов обеспечена факультетом компьютерных наук. Облегченный вариант установки минимально необходимой конфигурации библиотеки OpenCV предполагает простое копирование определенного набора файлов на собственный компьютер студента. Электронное методическое пособие свободно разворачивается на домашнем компьютере, не требуя специальной процедуры установки.

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

компьютерные классы факультета компьютерных наук, лицензионное программное обеспечение Microsoft Visual Studio, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV (Open Source Computer Vision Library), электронное методическое пособие (АОС) собственной разработки.

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-12 способностью разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)	Знать основные методы цифровой обработки изображений и математический аппарат для описания изображений и преобразующих систем	Разделы 1-3, 5, 8, 9 Классификация методов, алгоритмов и систем обработки изображений. Математическая модель непрерывного изображения.	Комплект задач №1,2
	Уметь применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем	Математическое описание систем преобразования непрерывных изображений. Основы колориметрии. Линейная цифровая обработка изображений. Рекурсивная фильтрация.	Комплект задач №1,2
	Владеть методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений	Разделы 4, 6, 7, 10, 11 Методы снижения уровня шумов и помех на изображении. Улучшение качества изображений. Модели зрительной системы человека. Дискретизация и восстановление изображений. Квантование изображений.	Комплект задач №3,4 Контрольная работа №1

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ПК-17 способностью использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества</p>	<p>Знать способы реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, методику анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов Уметь применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности Владеть навыками работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений</p>	<p>Разделы 12-16 Реставрация изображений. Контурный анализ. Пороговая сегментация. Областно-ориентированная сегментация. Параллельно-рекурсивные методы обработки изображений.</p>	<p>Комплект задач №5-7</p>
<p>Промежуточная аттестация</p>			<p>Контрольная работа №2</p>

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- знание основных методов цифровой обработки изображений и математического аппарата для описания изображений и преобразующих систем;
- умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем;
- владение методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений;
- знание способов реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, методики анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов;
- умение применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности;
- владение навыками работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Сформированные знания об основных методах цифровой обработки изображений и математическом аппарате для описания изображений и преобразующих систем. Сформированное умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем. Сформированные навыки владения методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений. Сформированные знания способов реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, методики анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов. Сформированное умение применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности. Сформированные навыки работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных методах цифровой обработки изображений и математическом аппарате для описания изображений и преобразующих систем. Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений.</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о способах реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, о методике анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов. Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности.</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>
<p>Неполное представление об основных методах цифровой обработки изображений и математическом аппарате для описания изображений и преобразующих систем. Успешное, но не системное умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем. Неполное владение навыками владения методикой использования изученного математического аппарата для решения задач анализа и синтеза систем обработки изображений. Неполное представление о способах реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, о методике анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов. Успешное, но не системное умение применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности. Неполное владение навыками работы с несколькими доступными инструментами, предназначенными для практической реализации изучаемых методов обработки изображений.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>Фрагментарные знания или отсутствие знаний. Фрагментарные умения или отсутствие умений. Фрагментарные навыки или отсутствие навыков.</p>	<p>-</p>	<p>Неудовлетворительно</p>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы

формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1. Перечень практических заданий

Общая подготовительная тестовая задача. Выбор инструментария для практической реализации рассматриваемых далее методов цифровой обработки изображений. Применить в реализации приложений рекомендации по цифровой обработке квантованных изображений. Изучить особенности внутреннего представления изображений используемым далее инструментарием. Реализация моделей аддитивного гауссовского шума и импульсной помехи. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно заданию программа демонстрирует результат моделирования шумов и помех с требуемыми параметрами.

Задача № 1 Разработка приложения, реализующего метод линейной низкочастотной фильтрации аддитивного шума на изображении. Изучить цифровой оператор свертки и использовать его в качестве модели фильтра. Выработать рекомендации по выбору полосы пропускания фильтра в зависимости от интенсивности шума и продемонстрировать их справедливость. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

Задача № 2 Реализация метода рекурсивной низкочастотной фильтрации изображения с целью снижения уровня аддитивного шума. Изучить особенности фильтра 1-го рода и использовать его в реализации метода. Выбрать количественный критерий оценки качества обработки (например, максимальное или среднеквадратическое отклонение элементов обработанного изображения от исходного, свободного от шума) и по результатам эксперимента выработать рекомендации по выбору между рекурсивным и нерекурсивным фильтрами в зависимости от характеристик шума и изображения. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

Задача № 3 Реализовать модель медианного фильтра изображения для устранения импульсных помех. Применить в реализации алгоритм Хоора поиска медианы. Продемонстрировать возможности метода при различных формах апертуры фильтра и интенсивности помех. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

Задача № 4 Демонстрация метода улучшения качества изображения подчеркиванием границ. Использовать модель нерекурсивного линейного фильтра верхних частот. Реализовать возможность выбора из набора фильтров с различающимися частотами среза. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

Задача № 5 Реализовать модели дифференциаторов изображения с целью контрастирования перепадов и подготовки контурного препарата. Для расчета поля модуля градиента использовать операторы Собеля. В реализации оператора Лапласа использовать разработанную модель линейного фильтра. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

Задача № 6 Реализовать приложение для расчета преобразования Хоуга изображения (метод "стягивания прямых в точки"). Построить изображение плоскости параметров и продемонстрировать обнаружение прямых участков контура на исходном изображении. Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми

параметрами на серии изображений.

Задача № 7 Разработка приложения для глобального контурного анализа изображения методами теории графов. Изучить правила построения исходного графа по анализируемому изображению: соответствие вершин элементам контура, построение дуг и их стоимость. Для решения формализованной задачи поиска пути наименьшей стоимости использовать алгоритм A*. Продемонстрировать работу алгоритма при использовании различных эвристик с целью сокращения объема поиска, а также в различных условиях (особенности изображения, интенсивность аддитивного шума и импульсных помех). Оценка «зачтено» выставляется, если разработанная согласно индивидуальному заданию программа демонстрирует результат применения соответствующего метода обработки с требуемыми параметрами на серии изображений.

19.3.2. Перечень заданий для контрольных работ

Комплект заданий для контрольной работы №1. Цель контроля: знание основных методов цифровой обработки изображений и математического аппарата для описания изображений и преобразующих систем, умение применять перечисленные сведения при выборе метода решения задач обработки изображений, анализа и синтеза преобразующих систем. Пример варианта из комплекта заданий для контрольной работы №1:

1. Докажите, что оператор Собеля для вычисления горизонтальной компоненты вектора градиента является разделимым. Запишите блочную матрицу \mathbf{T} для преобразования изображения в векторном представлении, соответствующую этому оператору, а также матрицы \mathbf{C} и \mathbf{R} преобразований столбцов и строк соответственно: $\mathbf{T} = \mathbf{C}\mathbf{R}$.

Размер изображения: 10 строк × 15 столбцов.

2. Получите частотную характеристику и условие устойчивости для избирательного рекурсивного фильтра:

Комплект заданий для контрольной работы №2. Цель контроля: знание способов реализации алгоритмов обработки изображений в виде компьютерных программ с учетом специфики предметной области, методики анализа вычислительной сложности реализуемых алгоритмов, умение применять перечисленные сведения при выборе конкретного способа алгоритмической реализации специфической обработки изображений с учетом результатов анализа алгоритмов по вычислительной сложности. Пример варианта из комплекта заданий для контрольной работы №2:

1. Найдите характеристику передачи яркости, преобразующую гистограмму к закону распределения Рэлея:

2. Яркости пикселей объектов и фона распределены по законам p_1 и p_2 соответственно:

Выберите оптимальный порог для сегментации при заданных априорных вероятностях пикселей того и другого вида P_1 и P_2 .

Критерии оценки:

– оценка «отлично» выставляется студенту, если предложенное задание выполнено полностью: решены обе задачи, приведено подробное описание способа и последовательности решения со ссылками на материалы соответствующего раздела лекционной части дисциплины, даны ответы на все дополнительные вопросы задания;

– оценка «хорошо», если полностью решены задачи, но нет ответов на дополнительные вопросы задания;

– оценка «удовлетворительно» выставляется за частичное или содержащее несущественные

ошибки решение задач;

– оценка «неудовлетворительно», если нет решения обеих задач контрольного варианта.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); защиты лабораторных работ; а также 2 контрольных работ с задачами по лекционному материалу. Список практических приемов, осваиваемых в процессе изучения дисциплины и использованных при составлении задач и контрольных вопросов, приводится ниже.

Математический аппарат для описания непрерывных изображений и систем для их преобразования

- расчет двумерного преобразования Фурье, автокорреляции, взаимной корреляции;
- дифференцирующие линейные фильтры (вид функций рассеяния точки и передаточных функций).

Модели зрения

- качественный анализ передаточных функций (частотных характеристик) компонентов моделей;
- изображение характерных особенностей функций рассеяния точки компонентов с их объяснением.

Колориметрия

- графическое построение локуса.

Дискретизация и квантование изображений

- роль механизма латерального торможения в данном контексте;
- расчет равномерного квантователя при заданных количестве уровней квантования или разрядности кода;
- расчет оптимального квантователя при заданном количестве уровней квантования (или разрядности кода) и заданной плотности вероятности распределения яркости (уровней – не более 5).

Обобщенный цифровой линейный оператор

- запись блочной матрицы для заданного преобразования (Собеля, Лапласа и т.п.);
- доказательство разделимости заданного преобразования (представить блочную матрицу в виде прямого произведения).

Дискретные операторы суперпозиции, свертки и унитарные преобразования, преобразование Фурье

- получить маску (дискретных отсчетов функции рассеяния точки) преобразования из заданной блочной матрицы и наоборот – записать блочную матрицу преобразования, заданного маской;
- тестирование заданного преобразования на разделимость (представление маски в виде произведения вектора-столбца на строку);
- аналитическая запись передаточной функции (частотной характеристики) дискретного линейного фильтра, заданного маской (размером – не более 3×3), и графическое ее представление.

Рекурсивная фильтрация

- получить частотную характеристику и условие устойчивости для фильтра, заданного разностным уравнением (для простоты в задачах используются одномерные фильтры порядка- не выше 2).

Методы предварительной обработки изображения

- сравнительный анализ (качественный и количественный) фильтров нижних (или верхних) частот, заданных масками;
- построить (на клетчатой бумаге) результат преобразования простого двухградационного изображения медианным или нелинейным пороговым фильтром;
- разработать алгоритмы устранения помех на двухградационных изображениях (по аналогии с лекционным материалом);
- найти непрерывную характеристику передачи яркости для гистограммного выравнивания с целью получения заданного распределения яркости (распределение задается аналитическим выражением плотности вероятности);
- применить дискретное выравнивание гистограммы изображения, для которого задается гистограмма яркости (не более 20 уровней квантования), а также- количество уровней квантования результирующего изображения.

Реставрация изображений

- синтезировать винеровский фильтр для реставрации изображения, искаженного линейной системой с заданной функцией рассеяния точки.

Сегментация изображений

- демонстрация рассмотренных в лекциях алгоритмов контурного анализа (алгоритм «жука», алгоритм A*) на конкретных изображениях (заданных в виде матриц небольших размеров);
- демонстрация применения методов аппроксимации контурных кривых (совмещение с симметричными фигурами, полигональная аппроксимация, преобразование Хоуга) для обработки заданных (в табличном виде) контурных препаратов;
- демонстрация метода пороговой сегментации по гистограмме изображения (заданной таблично);
- определение оптимального порога для сегментации при заданных априорных вероятностях и законах распределения яркостей пикселей;
- демонстрация процедуры разбиения и объединения областей на конкретных изображениях (заданных в виде матриц небольших размеров).

При оценивании результатов устного опроса и защиты лабораторных работ используется качественная шкала оценок. Оценивание результатов выполнения контрольных работ предполагает использование количественной шкалы.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета с оценкой. Условиями для положительной итоговой оценки являются: выполнение всех лабораторных работ, перечисленных в приложении под наименованием «комплект задач», а также успешное выполнение обеих контрольных работ.

При оценивании используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.

При сдаче зачета с оценкой

оценка «отлично» - 5 баллов

оценка «хорошо» - 4 балла

оценка «удовлетворительно» - 3 балла

оценка «неудовлетворительно» - 2 балла.