

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебно-методической работе  
А.А. Панфилов  
« 16 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Обработка и анализ биомедицинских изображений»**

Направление подготовки: 12.03.04 – «Биотехнические системы и технологии»

Профиль/программа подготовки: «Биомедицинская инженерия»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

| Семестр | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед./час. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| 5       | 3/108                              | 4                    | 6                            | 6                           | 92           | зачет  |
| Итого   | 3/108                              | 4                    | 6                            | 6                           | 92           | зачет  |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) «Обработка и анализ биомедицинских изображений» являются обеспечение профессиональной подготовки будущих специалистов в области биомедицинских приборов и систем, в том числе приобретение студентами современных знаний в области теории обработки изображений, а также формирование навыков разработки биомедицинских систем цифровой обработки изображений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.2 «Обработка и анализ биомедицинских изображений» входит в раздел дисциплин по выбору вариативной части учебного плана подготовки бакалавров направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Дисциплина основана на следующих предметах, изученных студентами:

- математика;
- информационные технологии;
- информационные системы в биомедицине;
- узлы и элементы биотехнических систем;
- моделирование биопроцессов и биотехнических систем;
- методы обработки биомедицинских сигналов и данных.

Данная дисциплина является предшествующей по отношению к дисциплине «Биотехнические системы медицинского назначения», «Медицинские приборы, аппараты, системы, комплексы», при выполнении ВКР бакалавра, а также «Основы теории распознания образов», изучаемой в ходе магистерской подготовки специалистов.

Значительное внимание в курсе уделяется освоению практических навыков при разработке систем цифровой обработки и анализа изображений в медико-биологических исследованиях, клинической практике и т.п.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны обладать следующими общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

- способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);
- способностью выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений (ПК-1);
- готовностью к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов (ПК-2);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- способы получения изображений;
- подходы к описанию математических моделей изображений;
- основные этапы обработки изображений (ПК-2);
- основные методы обработки и анализа изображений (ПК-5).

2) Уметь:

- использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ПК-1);
- применять методы цифровой обработки изображений и использовать технические средства для получения исходных цифровых изображений.

3) Владеть :

- навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования биотехнических систем и инструментарием для создания и исследования систем обработки изображений в среде Matlab (ОПК-5).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |          |                      |                     |                    |     | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |         |
|-------|--|---------|-----------------|--|----------|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---|---|---------|
|       |  |         |                 | Лекции   | Семинары | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС |   |   | КП / КР |
| 1     | Вводная лекция. Основные понятия. Понятие об изображении. Основные этапы обработки изображений | 5       |                 | 2  |          |                      |                     |                    |     |   |   |         |
| 2     | Улучшение изображений и радиометрическая коррекция<br>Геометрическая коррекция изображений     | 5       |                 |  |          | 1                    | 2                   |                    | 18  |   | 1/33  |         |
| 3     | Линейная фильтрация цифровых изображений   | 5       |                 |  |          | 1                    | 1                   |                    | 18  |   | 1/50  |         |
| 4     | Нелинейная фильтрация цифровых изображений   | 5       |                 |  |          | 1                    | 1                   |                    | 18  |   | 1/50  |         |
| 5     | Выделение границ   | 5       |                 |  |          | 1                    | 2                   |                    | 18  |   | 1/33  |         |
| 6     | Детекторы особых точек<br>Текстурные признаки  | 5       |                 | 1  |          |                      |                     |                    |     |   |   |         |
| 7     | Сегментация изображений  | 5       |                 |  |          | 2                    |                     |                    | 20  |   | 2/100   |         |

|       |   |   |   |   |   |  |    |  |      |       |  |  |
|-------|---|---|---|---|---|--|----|--|------|-------|--|--|
| 8     | Описание и анализ формы объектов<br>Обработка бинарных изображений методами математической морфологии | 5 | 1 |   |   |  |    |  |      |       |  |  |
| Всего |   |   | 4 | 6 | 6 |  | 92 |  | 6/38 | зачет |  |  |

**Содержание дисциплины**  
**Темы лекционных занятий**

**Раздел 1. Введение. Понятие об изображении. Основные этапы обработки изображений.**

Назначение дисциплины и ее место в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста в области биомедицинской инженерии. Математическая модель непрерывного изображения. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Методы получения изображений. Получение цифровых изображений, дискретизация и квантование. Восстановление непрерывного изображения. Предварительная обработка изображений, улучшение изображений, геометрическая коррекция, подавление помех. Выделение признаков. Сегментация. Реконструкция. Сопоставление. Распознавание.

**Раздел 2. Улучшение изображений и радиометрическая коррекция. Геометрическая коррекция изображений.**

Гистограмма. Гистограммные преобразования. Радиометрическая коррекция. Геометрические искажения. Математическая модель геометрических искажений. Прямая и обратная функция преобразования координат. Способы задания функций преобразования координат. Двумерная интерполяция. Алгоритм геометрического преобразования цифрового изображения.

**Раздел 3. Линейная фильтрация цифровых изображений.**

Двумерные линейные системы. Функция рассеяния точки. Двумерная свертка и ее свойства. Двумерное ДПФ и его свойства. Двумерные линейные фильтры. Вычислительно эффективные алгоритмы линейной фильтрации цифровых изображений.

**Раздел 4. Нелинейная фильтрация цифровых изображений.**

Медианный фильтр. Фильтр Ли. Фильтр Кавахары. Двусторонний фильтр.

**Раздел 5. Выделение границ.**

Общая структура детектора границ. Детекторы Робертса, Превита, Кирша, Собела, Уоллиса, Марра-Хилдрета, Канни, Хюккеля.

**Раздел 6. Детекторы особых точек. Текстурные признаки.**

Детектор Моравека. Детектор Харриса. Детектор SUSAN. Статистические признаки. Гистограммные признаки. Структурные признаки. Спектральные признаки, фильтры Габора.

**Раздел 7. Сегментация изображений.**

Пороговая сегментация. Алгоритмы выбора порога, алгоритм треугольника, ISODATA. Сегментация методом деления и слияния областей. Краткий обзор различных алгоритмов сегментации.

**Раздел 8. Описание и анализ формы объектов. Обработка бинарных изображений методами математической морфологии.**

Элементарные морфологические признаки. Цепочечный код, алгоритм его получения. Параметрическое описание. Фурье-описание. Эллиптическое Фурье-описание. Кривизна контура. Выделение особых точек контура. Нарастивание. Эрозия. Замыкание. Размыкание. Выделение срединной линии.

### **Темы лабораторных занятий**

1. Базовые методы цифровой обработки изображений в среде MATLAB.
2. Фильтрация изображений.
3. Специальные методы фильтрации изображений.
4. Исследование контурных детекторов и детекторов особых точек.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Реализация компетентностного подхода для подготовки бакалавров в рамках преподавания дисциплины реализуется:

- 1) При проведении лекций с использованием мультимедийного проектора для показа презентаций;
- 2) При использовании мультимедийного проектора для показа презентаций докладов студентов;
- 3) Проведением интерактивных форм лекционных занятий с постоянным контролем качества усвоения студентами пройденного материала при помощи вопросов к аудитории по тематике лекции;
- 4) Организацией лабораторных занятий с обсуждением практических вопросов освоения дисциплины.

Таким образом, на интерактивные формы проведения лекционного курса (всего 6 часов) приходится 38% от аудиторных занятий.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Вопросы к зачету по дисциплине:**

1. Применение ЦОИ. Типы изображений. Основные этапы ЦОИ.
2. Применение линейных ДОП. Взаимосвязь пространственной и пространственно-частотной обработки.
3. Двухмерное ДПФ.
4. Свойства 2-мерного ДПФ.
5. Гистограмма яркостей. Градационные преобразования. Преобразование гистограммы.
6. Аффинные преобразования.
7. Интерполяция изображения.
8. Применение дискретной свертки для обработки изображений. Теорема Бореля.
9. Линейные пространственные фильтры в MATLAB.
10. Основные этапы и алгоритм частотной фильтрации. Теорема Бореля.
11. ФНЧ и ФВЧ. Функция filter2 MATLAB.
12. Гомоморфная фильтрация.
13. Медианный фильтр.
14. Фильтр Ли, Кавахары.
15. Двухнаправленная нелинейная фильтрация.
16. Функция перепада яркости. Градиент изображения. Градиентные маски. LoG фильтр.

17. Фильтр Канни.
18. Функция edge MATLAB.
19. Поиск точек и линий на изображении. Применение преобразования Хафа для поиска прямых.
20. Детекторы особых точек.
21. Текстура. Виды текстур.
22. Статистическое описание текстур. Спектральные текстурные признаки.
23. Реализация текстурных фильтров в MATLAB.
24. Сегментация изображений, задачи, этапы.
25. Методы сегментации.
26. Морфологический анализ изображений. Связность.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов предусматривает подготовку докладов, рефератов, выполнение индивидуальных исследовательских работ, подготовку к лабораторным занятиям, проработку лекционного материала и материала рекомендуемой литературы для подготовки к рейтинг-контролю и зачету с оценкой.

Вопросы для проработки студентами лекционного материала для подготовки презентаций с их последующим обсуждением и защитой в ходе практических занятий:

1. Улучшение изображений и радиометрическая коррекция
2. Линейная фильтрация цифровых изображений
3. Нелинейная фильтрация цифровых изображений
4. Выделение границ
5. Сегментация изображений

**Вопросы для контроля освоения материала при самостоятельной работе студентов:**

1. Сформулируйте понятие двумерного изображения
3. Перечислите основные характеристики цифровых изображений.
4. Что такое глубина цвета изображения?
5. Какое изображение называют полутоновым?
6. Чем отличаются цветовые схемы излучающего объекта и отражающего свет объекта?
7. Перечислите основные цветовые схемы. Дайте им краткое объяснение.
8. Поясните системы кодирования цветных изображений RGB и CMYK.
9. Что такое разрешение изображения? Поясните смысл этой характеристики.
10. Для чего предназначена обработка изображений? Перечислите основные методы обработки изображений.
11. Объясните процедуру линейной фильтрации изображения оконным фильтром.
12. Чем отличаются “окна фильтров” для НЧ и ВЧ фильтрации?
13. Как изменяется вид изображения после его фильтрации НЧ фильтрами?
14. Как изменяется вид изображения после его фильтрации ВЧ фильтрами?
15. Для помех какого характера больше подходит медианная фильтрация, и почему?
16. Восстановление изображений. Деконволюция.
17. Двумерное дискретное преобразование Фурье. Теорема о свертке.
18. Поясните порядок процедуры фильтрации в частотной области
19. Методы обнаружения изолированных точек и линий.
20. Обнаружение перепадов яркости на изображении.
21. Преобразование Хафа.
22. Статистические свойства объектов на изображениях.

Темы дополнительных исследовательских работ студентов:

- Методы и алгоритмы подавления помех.
- Методы и алгоритмы контурных детекторов.

- Методы и алгоритмы детекторов особых точек.
- Исследование текстурных признаков.
- Методы и алгоритмы сегментации.
- Методы и алгоритмы анализа формы объектов.

### Выполнение расчетно-графической работы

Типовым заданием к РГР является сравнительное исследование эффективности фильтров для подавления шумов либо фильтров для выделения контуров на цифровых изображениях. Допускается разработка индивидуальных заданий по инициативе студентов.

#### Примерные темы расчетно-графических работ:

1. Исследование фильтров для подавления шумов (аддитивный, мультипликативный, критерий качества – среднеквадратичное отклонение между эталонным и обработанным изображениями)
  - 1.1. Усредняющий фильтр, фильтр Винера
  - 1.2. Медианный фильтр, пороговая фильтрация
  - 1.3. Билатеральный фильтр, сглаживающий Гауссов фильтр
  - 1.4. Фильтр Кувахары (Kuwahara)
2. Исследование фильтров для подчеркивания границ объектов (сглаживание фильтром Гаусса (переменный радиус), усредняющий фильтр (uniform filter), критерий качества - коэффициент корреляция между эталонным и обработанным изображениями):
  - 2.1. фильтр Собела, фильтр Превитта;
  - 2.2. фильтр Робертса, LoG фильтр;
  - 2.3. Zerocross фильтр, фильтр Canny;
  - 2.4. градиентный оператор Кирша (Kirsch operator), градиентный оператор Робинсона (Robison operator).
3. Исследование алгоритмов сжатия изображений с потерями (JPEG, JPEG2000).
4. Обнаружение объекта на изображении методом корреляции.
5. Подсчет движущихся объектов на последовательности изображений.
6. Исследование текстурных признаков изображения. (LoG фильтр, фильтр Габора).
7. Гомоморфная глобальная фильтрация изображений с мультипликативным шумом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) основная литература:

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс] – М.: Техносфера, 2012 – 1104 с. (ЭБС «Консультант студента»).
2. Руководство по цифровому телевидению [Электронный ресурс] / Брайс Р. ; Пер. с англ. - М. : ДМК Пресс, 2012. - (Серия "Учебник")." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940741584.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Автоматизированная обработка и анализ маммографических снимков [Электронный ресурс] : монография / С. С. Садыков, Ю. А. Буланова, Е. А. Захарова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Владимирский гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых". - Владимир : ВлГУ, 2014. – 208 с. (библиотека ВлГУ).

### б) дополнительная литература:

1. Яне, Бернд. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / Б. Яне .— Москва : Техносфера, 2007. (библиотека ВлГУ).

2. Ефимов, Сергей Николаевич. Цифровая обработка видеoinформации : учебное пособие для вузов по направлению 644200 "Радиотехника" для специальностей 210302.65(211500) - "Бытовая РЭА" / С. Н. Ефимов .— Москва : Сайнс-Пресс, 2007 (библиотека ВлГУ).
3. Лэй, Эдмунд. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов : практическое руководство : пер. с англ. / Э. Лэй .— Москва : Группа ИДТ, 2007 (библиотека ВлГУ).
4. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях : [монография] / М. А. Басараб [и др.] ; под ред. В. Ф. Кравченко .— Москва : Физматлит, 2007 (библиотека ВлГУ, <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3448>, ЭБС «Консультант студента»).
5. Обработка аэрокосмических изображений [Электронный ресурс] / В.К. Злобин, В.В. Еремеев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (ЭБС «Консультант студента»).
6. Пытьев, Ю. П. Методы морфологического анализа изображений [Электронный ресурс] / Ю. П. Пытьев, А. И. Чуличков . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010 (ЭБС «Консультант студента»).
7. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания: Учебное пособие / Г.В. Мамчев. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012 (ЭБС «Консультант студента»).

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Программная среда матричных вычислений Matlab, пакет моделирования Simulink.
2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

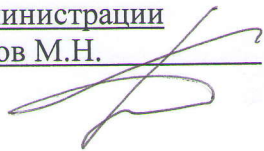
В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется:

1. Комплект лекционных слайдов в электронной форме.
2. Мультимедийные средства (ПЭВМ, проектор).
3. Рабочие станции мультимедийной аудитории для выполнения лабораторных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» (квалификация (степень) "бакалавр") и профилю подготовки «Биомедицинская инженерия».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. БЭСТ Чирков К.В. 

Рецензент:

главный внештатный специалист департамента здравоохранения администрации Владимирской области по ультразвуковой диагностике, д.м.н. Буланов М.Н. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ протокол № 8 от 16.04.2015 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Л.Т. Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 протокол № 8 от 16.04.2015 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

Л.Т. Сушкова