

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

(наименование учебной дисциплины/модуля)

**сборник учебно-методических материалов**

для направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»  
(наименование учебной дисциплины/модуля)

Направленность (профиль) / специализация образовательной программы « Управление разработкой программного обеспечения»

Благовещенск 2017 г.

Печатается по решению редакционно-издательского совета факультета математики и информатики *Амурского государственного университета*

*Составитель: Семичевская Н. П.*

Цифровая обработка сигналов: сборник учебно-методических материалов для специальности 09.04.04. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017, - 12 с.

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра информационных и управляющих систем, 2017

© Семичевская Н.П., составление

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Краткое изложение лекционного материала	4
2.	Методические указания к лабораторному практикуму	5
3.	Методические указания для самостоятельной работы	11

## 1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

№	Темы лекций	Содержание лекции
1	2	3
1	<b>Тема 1.</b> Общая характеристика сигналов	<p><b>План лекции</b></p> <p>Системный подход к решению функциональных задач организации информационных процессов. Информация в теории информации, данные как вид информации в удобной для обработки форме. Классификация информации, представленной как многомерные сигналы.</p> <p>Компоненты технологии обработки информационных потоков, представленных как многомерные сигналы.</p> <p>Аналитические методы обработки многомерных сигналов.</p>
2	<b>Тема 2.</b> Области применения визуальной информации	<p><b>План лекции</b></p> <p>Использование визуальной информации в различных сферах деятельности человека. Области применения визуальной информации. Системы, использующие визуальную информацию: системы дистанционного обнаружения; системы слежения/мониторинга; системы медицинской диагностики.</p>
3	<b>Тема 3.</b> Математические модели описаний непрерывных и дискретных изображений	<p><b>План лекции</b></p> <p>Математическая модель описания непрерывных изображений. Процесс дискретизации непрерывных сигналов (одномерных и двумерных). Цели квантования, выбор числа интервалов квантования сигналов. Кодирование сигналов. Математическое описание дискретных изображений. Векторное представление изображений.</p>
4	<b>Тема 4.</b> Двумерное преобразование Фурье. Свойства ДПФ.	<p><b>План лекции</b></p> <p>Двумерное преобразование Фурье. Свойства ДПФ. Спектральный анализ линейных систем с помощью ДПФ.</p>
5	<b>Тема 5.</b> Статистическое описание дискретных изображений.	<p><b>План лекции</b></p> <p>Статистическое описание дискретных изображений. Модели плотностей вероятности дискретных изображений. Одномерное распределение вероятностей – гистограмма. Гистограммные методы обработки изображений.</p>
6	<b>Тема 6.</b> Дискретная линейная двумерная обработка	<p><b>План лекции</b></p> <p>Линейные двумерные унитарные преобразования. Косинусное и синусное преобразование. Двумерное</p>

№	Темы лекций	Содержание лекции
1	2	3
		дискретное преобразование Фурье. Дискретный спектр изображения.
7	<b>Тема 7.</b> Двумерные методы линейной фильтрации изображений	<b>План лекции</b> Фильтрация с использованием преобразования. Характеристики и признаки изображения, выделение признаков на изображении. Низкочастотные и высокочастотные маски фильтров. Медианный фильтр, фильтр Гаусса, Лапласиан.
	<b>Тема 8.</b> Применение методов цифровой обработки сигналов	<b>План лекции</b> Классификация программного обеспечения для обработки изображений и распознавания образов. Характеристики аналитических платформ для обработки сигналов. Системы обработки сигналов в различных предметных областях.

В процессе изучения лекционного материала *рекомендуется пользоваться* учебной литературой, представленной в разделе учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) рабочей программы дисциплины.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Задания и контрольные вопросы	
<p><b>Лабораторная работа № 1</b> Визуализация одномерных сигналов в системе MatLab. Динамический диапазон звуковых волн. Одномерное преобразование Фурье.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В среде MATLAB выполнить визуализацию одномерного сигнала (звуковой сигнал, снятый с аудио источника, гармонический сигнал или сигнал, как функция от времени).</li> <li>2. Определить динамический диапазон одномерного сигнала.</li> <li>3. Обработать одномерный сигнал, применив преобразование Фурье (используя функцию FFT2). Получить спектр одномерного сигнала.</li> <li>4. Провести анализ процедуры преобразований для своих тестовых сигналов.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какую информацию об одномерном сигнале</li> </ol>

	<p>можно получить по функции INFO?</p> <p>2. Что представляет собой спектр одномерного сигнала?</p>
<p><b>Лабораторная работа № 2</b>          Визуализация двумерных сигналов (изображений) в системе MatLab.          Битовая карта изображения.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Используя функции IMAGE, IMAGESC, IMREAD, IMWRITE, IMSHOW, считать и воспроизвести тестовые изображения (3-4 изображения) в рабочих окнах MATLAB.</li> <li>Используя функцию SUBPLOT обеспечить вывод нескольких изображений в одной/двух фигурах для просмотра серии изображений.</li> <li>Используя функции перевести исходное изображение в классы double, uint8. Просмотреть битовые карты этих изображений (1 слой).</li> <li>Преобразовать исходное цветное изображение в полутоновое (серое), а полутоновое в бинарное (черно-белое). Вывод трех изображений (исходное-цветное, полутоновое, бинарное) сделать в одну фигуру.</li> <li>Используя функцию IMFINFO получить информацию о файле с исходным изображением.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Чем отличаются изображения классов uint8 и double?</li> <li>Каким будет бинарное изображение, если в полутоновом уменьшать/увеличивать количество уровней серого?</li> <li>Какую информацию о файле получает функция IMFINFO?</li> <li>Что представляет собой битовая карта изображения?</li> <li>Где можно просмотреть битовую карту исходного изображения?</li> </ol>
<p><b>Лабораторная работа № 3</b>          Обработка полутонового изображения. Функции работы с яркостью/контрастностью в MatLab.           Математическое описание</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Используя функции IMADJUST, HISTEQ изменить контрастность тестового изображения misc_x при различных параметрах функций. Исходное и полученные серии изображений выводить в одной фигуре (рабочем окне) MATLAB.</li> </ol>

<p>двумерных сигналов. Определение среднего значения яркости цифрового изображения.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Получить двухградационное изображение, используя функцию HISTEQ и так подобрать диапазон в функции IMADJUST, чтобы получить такое же двухградационное изображение. Исходное и полученное изображения выводить в одной фигуре MATLAB.</li> <li>3. Охарактеризовать исходное изображение по среднему значению яркости, используя функцию MEAN2, вычислить среднее значение элементов матрицы исходного изображения.</li> <li>4. Рассчитать среднее значение разброса яркости по формуле <math>S = (I_{\max} - I_{\min})/2</math>.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что определяется для изображения по функции MEAN2?</li> <li>2. Для светлых изображений, какое среднее значение возвращает функция MEAN2?</li> <li>3. Как связана битовая карта изображения с функцией PIXVAL?</li> <li>4. В результате действия функции <code>histeq(J(:,:,1), 255)</code> получается изображение такое же, как исходное?</li> <li>5. Почему изображение преобразованное функцией <code>histeq(J(:,:,1), 255)</code> не совпадает с исходным?</li> </ol>
<p><b>Лабораторная работа № 4</b> Гистограмма яркости изображения как статистическая характеристика.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить гистограмму исходного изображения, используя функцию IMHIST и для исходного изображения построить гистограмму программным методом (написать программный код), сравнить полученные гистограммы.</li> <li>2. Определить диапазон яркостей исходного изображения.</li> <li>3. Вывести количество максимально используемой яркости (какой?) на изображении.</li> <li>4. Преобразовать исходное изображение функцией HISTEQ с 255 уровнями яркости, построить гистограмму для преобразованного изображения.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что показывает гистограмма изображения?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Почему гистограмма преобразованного изображения (с помощью функции HISTEQ с 255 уровнями яркости) изменяется (выравнивается)?</li> <li>3. Как определить яркостный диапазон по гистограмме изображения?</li> <li>4. Как определить среднее значение яркости по гистограмме изображения?</li> </ol>
<p><b>Лабораторная работа № 5</b> Двумерное дискретное преобразование Фурье. Построение 3D спектра изображения.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №6</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для исходного изображения получить преобразованное изображение, используя функцию FFT2.</li> <li>2. Написать программный код для преобразования Фурье и преобразовать исходное изображение, сравнить полученные преобразования изображения (действительную, мнимую части и модуль преобразования Фурье). Исходное и полученные серии частей спектров тестового изображения выводить в одной фигуре (рабочем окне) MATLAB.</li> <li>3. Вывести исходное изображение в виде 3D поверхности, и 3D-спектр исходного изображения и удалить пики из спектра. Вывести исходное и полученные спектры изображения в одной фигуре (рабочем окне) MATLAB.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как в программе реализовано свойство делимости ядра двумерного преобразования Фурье?</li> <li>2. Что определяет спектр Фурье изображения?</li> </ol>
<p><b>Лабораторная работа № 6</b> Двумерные унитарные преобразования. Синтез матриц преобразования Адамара и Хаара.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №6</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработать исходное изображение, применив унитарное преобразование Адамара (найти в системе или запрограммировать матрицу Адамара).</li> <li>2. Обработать исходное изображение, применив унитарное преобразование Хаара (найти в системе или запрограммировать матрицу Хаара).</li> <li>3. Провести анализ процедуры унитарных преобразований для своих тестовых изображений.</li> </ol>

	<p>ражений.</p> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По какой процедуре получается матрица Хаара?</li> <li>2. Что обозначает секвентное свойство? Показать на матрице Адамара размерности <math>16 \times 16</math>.</li> <li>3. Какие базисные функции у преобразований Адамара и Хаара? Чем они отличаются от базисных функций преобразования Фурье?</li> </ol>
<p><b>Лабораторная работа № 7</b> Двумерная линейная фильтрация. Синтез масок низкочастотных и высокочастотных фильтров.</p>	<p><b>Задание к лабораторной работе №7</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для тестового изображения применить различные фильтры AVERAGE, UNSHARP и др.</li> <li>2. Обработать исходное изображение, применив низкочастотный фильтр, используя маски.</li> <li>3. Обработать исходное изображение, применив высокочастотный фильтр, используя маски.</li> <li>4. Провести анализ процедуры фильтрации для своих тестовых изображений.</li> </ol> <p><b>Контрольные вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой эффект от применения усредняющего фильтра AVERAGE?</li> <li>2. Какой эффект от применения фильтра Гаусса GAUSSIAN?</li> <li>3. Какой эффект от применения фильтра Лапласа LAPLACIAN?</li> <li>4. Какой эффект от применения фильтра Лапласа-Гаусса LOG?</li> <li>5. Какой эффект от применения фильтра Собеля SOBEL?</li> <li>6. Какой эффект от применения фильтра Превитта PREWITT?</li> <li>7. Какой эффект от применения фильтра повышения резкости UNSHARP?</li> <li>8. Какой анализ используется при фильтрации изображений?</li> </ol>

### План работы на практикуме

1. Изучить основные понятия теории.
2. Изучить классические методы цифровой обработки сигналов.

3. Научиться применять методы цифровой обработки сигналов для решения классических задач предметных областей.
4. Выполнить задания практикума, решить предложенные задачи с применением специального программного обеспечения или сред программирования.

### **Методические указания к лабораторному практикуму**

**Общие положения.** В процессе выполнения лабораторного практикума магистранту предлагается решить ряд практических задач, используя изученные методы цифровой обработки сигналов и выполнить программную реализацию алгоритмов обработки сигналов и распознавания образов, (необязательно это будет написан программный код, задачи можно решать с привлечение компьютерных сред математики), а также ответить на ряд контрольных вопросов при выполнении заданий аудиторного занятия. Письменную форму ответа на поставленные вопросы необходимо оформлять в виде отчета в бумажной форме.

Магистранты на практикуме должны демонстрировать свои знания основных законов и методов цифровой обработки сигналов; обладать способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; проводить математическое моделирование, а также владеть навыками и методиками использования основных законов и методов цифровой обработки сигналов в профессиональной деятельности, применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Для подготовки к домашнему заданию по практикуму *рекомендуется пользоваться* учебной литературой, представленной в разделе учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) рабочей программы дисциплины.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тематика разделов самостоятельной работы		Методическое обеспечение лабораторного практикума
<b>Вопросы на самостоятельное изучение</b>		
1	Общая характеристика сигналов	1. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.Е. Плещинская [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 195 с. —Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/62173.html">http://www.iprbookshop.ru/62173.html</a> . 2. Семичевская Н.П. Обработка изображений в среде MATLAB с использованием IMAGE PROCESSING TOOLBOX : лаб. практикум / Н. П. Семичевская, Л. А. Соловцова ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2005. - 33 с. Режим доступа: <a href="http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/393.pdf">http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/393.pdf</a>
2	Области применения визуальной информации	
3	Математические модели описаний непрерывных изображений	
4	Двумерное преобразование Фурье. Свойства ДПФ.	
5	Статистическое описание дискретных изображений.	
6	Дискретная линейная двумерная обработка	
7	Двумерные методы линейной фильтрации изображений	

**Общие положения.** Самостоятельная работа магистранта представляет собой все виды самостоятельной работы, выполняемые в учебных аудиториях и вне ВУЗа. Доля работ, выполняемых в магистратуре самостоятельно очень высокая.

Для выполнения самостоятельной работы *рекомендуется пользоваться* учебной литературой, представленной в разделе учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) рабочей программы дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы при подготовке ко всем видам занятий студент может использовать следующие электронные библиотечные системы (ЭБС) в качестве информационного ресурса:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	ЭБС IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система ЛАНЬ
<b>Программное обеспечение (лицензии на ПО)</b>		
1.	Операционная система MS Windows 10 Education	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
2.	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года
3.	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014
4.	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013
5.	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a>
6.	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года