

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ВМК МГУ  
имени М.В. Ломоносова

академик \_\_\_\_\_ Е.И. Моисеев



\_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Непрерывные морфологические модели и алгоритмы»**

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 01.06.01 «Математика и механика»

Направленность (профиль) – 01.01.09 «Дискретная математика и математическая кибернетика»

**2015**

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Непрерывные морфологические модели и алгоритмы

### 2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

### 3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление подготовки – 01.06.01 «Математика и механика» Направленность (профиль) – 01.01.09 «Дискретная математика и математическая кибернетика»

### 4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативным спецкурсам (по выбору) образовательных программ.

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	З1(ОПК-1) ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области У1(ОПК-1) УМЕТЬ: уметь самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики (ПК-1)</p>	<p>З1 (ПК-1) Знать:  современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения  У1 (ПК-1) Уметь:  применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения  В1 (ПК-1) Владеть:  навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>
--	--

## 6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов.

36 часов составляет контактная работа с преподавателем –34 часов занятий лекционного типа, 2 часа промежуточная аттестация.

72 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

## 7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Аспиранты должны владеть знаниями по курсам, связанным с основами математического анализа, аналитической геометрии и дискретной математики, в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями и демонстрацией теории и методов решения задач вычислительной геометрии в интерактивном режиме с использованием мультимедийного проектора.

## 9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе дается обзор основных понятий, концепций и методов для построения непрерывных морфологических моделей на основе медиального представления формы объектов. Рассматривается граничное описание формы объектов на основе многоугольной аппроксимации

границ бинарного изображения, а также медиальное описание формы объектов на основе скелета и радиальной функции. Для обоих типов моделей предлагаются алгоритмы их построения, использующие в качестве входных данных бинарные растровые изображения.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа учащегося, часы		
		из них						из них		
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего		
<b>Тема 1.</b> Задача анализа формы изображений. Фигура, как модель формы, открытое множество, связанное множество, область, односвязная и многосвязная области, замкнутая область, жорданова кривая.	<b>6</b>	2	-	-	-	-	<b>2</b>	4	-	<b>4</b>
<b>Тема 2.</b> Непрерывные и дискретные модели формы. Граничное описание фигуры, его достоинства и	<b>12</b>	4	-	-	-	-	<b>4</b>	8	-	<b>8</b>

<p>недостатки. Скелетное описание фигуры, его достоинства и недостатки. Дискретная модель границы фигуры, линия на растровой решётке, граничные точки дискретной фигуры. Дискретная модель скелета фигуры, метафора «пожар в прерии». Эквивалентность непрерывной и дискретной моделей формы.</p>										
<p><b>Тема 3. Непрерывные границы дискретной фигуры.</b> Растровая решётка, структура соседства, 4-смежность, 8-смежность. Связность в дискретном пространстве, дискретная фигура. Треугольные структуры соседства, гексагональные структуры соседства (6-смежность), объектная и компонентная структуры соседства. Граничные пары, граничные треугольники, гра-</p>	12	4	-	-	-	-	4	8	-	8

ничные коридоры дискретной сцены.										
<b>Тема 4.</b> Поиск и прослеживание границы. Поиск границ, начало прослеживания. Симплексное прослеживание границ, начальный треугольник, поворот треугольника, завершение прослеживания. Прослеживание границ методом подвижного моста, начальное положение и перемещение моста, завершение прослеживания.	<b>12</b>	4	-	-	-	-	<b>4</b>	8	-	<b>8</b>
<b>Тема 5.</b> Аппроксимация границ. Аппроксимация граничного коридора разделяющим многоугольником минимального периметра. Алгоритм вытягивания нити, сектор обзора, последовательная коррекция сектора.	<b>12</b>	4	-	-	-	-	<b>4</b>	8	-	<b>8</b>
<b>Тема 6.</b> Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне.	<b>16</b>	4	-	-	-	-	<b>4</b>	12	-	<b>12</b>

<p>Диаграмма Вороного конечного множества точек. Триангуляция Делоне конечного множества точек.</p>									
<p><b>Тема 7.</b> Обобщение диаграммы Вороного и триангуляции Делоне для многоугольной фигуры. Диаграмма Вороного многоугольной фигуры: коллекция сайтов, сайты-точки и сайты-сегменты, ячейки Вороного, бисекторы. Геометрия вершин и ребер диаграммы Вороного многоугольной фигуры. Получение скелета многоугольной фигуры из ее диаграммы Вороного.</p>	<b>18</b>	6				<b>6</b>	12		<b>12</b>
<p><b>Тема 8.</b> Регуляризация скелетов. Скелетизация – некорректная задача. Регуляризация скелета методом стрижки. Силуэт скелетного графа, силуэт подграфа, хаусдорфово расстояние между силуэтами.</p>	<b>12</b>	4				<b>4</b>	8		<b>8</b>

<b>Тема 9.</b> Циркулярные фигуры и жирные линии. Понятие циркулярной фигуры, осевой граф, функция ширины, силуэт.	<b>6</b>	2					<b>2</b>	4		<b>4</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b> –Лабораторная работа.	<b>2</b>	-	-	-	-		<b>2</b>		-		
<b>Итого</b>	<b>108</b>						<b>36</b>	<b>72</b>			

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к лабораторной работе.

## 11.РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Основная учебно-методическая литература

- 1) Ф.Препарата, М.Шеймос. Вычислительная геометрия: введение. «Мир», Москва, 1989.
- 2) А.Ахо, Дж.Хопкрофт, Дж.Ульман. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. «Мир», Москва, 1979.
- 3) Л.М.Местецкий. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры. Москва, Физматлит, 2009.
- 4) Л.М. Местецкий. Непрерывные морфологические модели. Спецкурс для студентов ВМК, 2016, (презентации PowerPoint)

### Информационные технологии, используемые в процессе обучения

В процессе обучения используются презентации в MS PowerPoint, а также программы построения непрерывных[ морфологических моделей, разработанные автором курса.

### Материально-техническая база

Медиа проектор и экран для проведения лекций-презентаций.



## 12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

## 13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ

Разработчик – Л.М.Местецкий

## 14. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>	
УМЕТЬ: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникаци-	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но не систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Успешное и систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	доклад на научном семинаре

онных технологий У1 (ОПК-1)						
ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области З1(ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	Сформированные систематические знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	Устный экзамен
ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения З1 (ПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы построения и анализа	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа ма-	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических мо-	Устный экзамен

математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения У1 (ПК-1)		при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	тематических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	делей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения В1 (ПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Успешное, но содержащее отдельные провалы владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен, контрольные работы

### **Задачи для контроля успеваемости**

1. Определить, сколько фигур образуется в изображении при различных треугольных структурах соседства (пиксели обозначены квадратами):  
А) гексагональная диагональная структура соседства

Б) гексагональная антидиагональная структура соседства

В) объектная структура соседства

Г) компонентная структура соседства

Результаты записать в таблицу и на рисунке обвести все выделенные фигуры и дыры замкнутыми контурами отдельно для каждой структуры соседства.

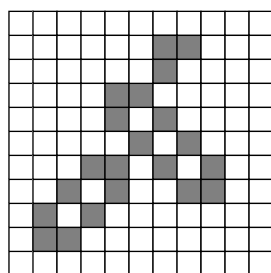
2. Построить многоугольник минимального периметра для изображения (пиксели представлены точками-кружками). Задана объектная структура соседства.

Угловые вершины обвести квадратиками.

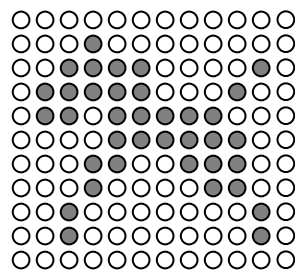
3. Построить триангуляцию Делоне для множества точек.

4. Нарисовать недостающие рёбра диаграммы Вороного многоугольной фигуры. Отметить отдельно линейные и параболические рёбра скелета.

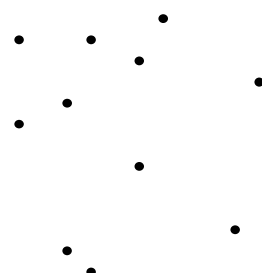
5. Построить множество сайтов многоугольной фигуры и нарисовать граф смежности этого множества сайтов.



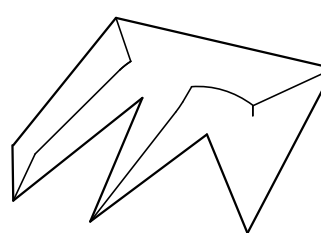
Задача 1



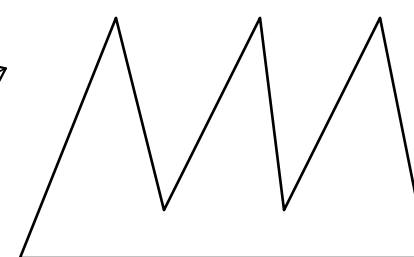
Задача 2



Задача 3



Задача 4



Задача 5

### Вопросы к экзамену

В скобках указаны ссылки на разделы книги «Непрерывная морфология бинарных изображений»

1. Задача анализа формы изображений (главы 1 и 2)
2. Фигура, как модель формы, открытое множество, связное множество, область, односвязная и многосвязная области, замкнутая область, жорданова кривая (2.2)
3. Непрерывные и дискретные модели формы (глава 3)
4. Граничное описание фигуры, его достоинства и недостатки (2.3)
5. Скелетное описание фигуры, его достоинства и недостатки (2.4)
6. Дискретная модель границы фигуры, линия на растровой решётке, граничные точки дискретной фигуры (3.2)

7. Дискретная модель скелета фигуры, метафора «пожар в прерии»(3.3, 2.5)
8. Эквивалентность непрерывной и дискретной моделей формы (4.1)
9. Непрерывные границы дискретной фигуры (главы 3 и 4)
10. Растровая решётка, структура соседства, 4-смежность, 8-смежность (3.1)
11. Связность в дискретном пространстве, дискретная фигура (3.1)
12. Треугольные структуры соседства, гексагональные структуры соседства (6-смежность), объектная и компонентная структуры соседства (4.2)
13. Граничные пары, граничные треугольники, граничные коридоры дискретной сцены (4.3)
14. Поиск и прослеживание границы (глава 5)
15. Поиск границ, начало прослеживания (5.1)
16. Симплексное прослеживание границ, начальный треугольник, поворот треугольника, завершение прослеживания (5.2)
17. Прослеживание границ методом подвижного моста, начальное положение и перемещение моста, завершение прослеживания (5.3)
18. Аппроксимация границ (глава 6)
19. Аппроксимация граничного коридора разделяющим многоугольником минимального периметра (6.2)
20. Алгоритм вытягивания нити, сектор обзора, последовательная коррекция сектора (6.3)
21. Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне (книга [2])
22. Диаграмма Вороного конечного множества точек (3.3.3 по книге [1])
23. Триангуляция Делоне конечного множества точек (8.2 по книге [1])
24. Обобщение диаграммы Вороного и триангуляции Делоне для многоугольной фигуры (глава 7)
25. Диаграмма Вороного многоугольной фигуры: коллекция сайтов, сайты-точки и сайты-сегменты, ячейки Вороного, бисекторы (7.2)
26. Геометрия вершин и ребер диаграммы Вороного многоугольной фигуры (7.4, 7.5)
27. Получение скелета многоугольной фигуры из ее диаграммы Вороного (7.3)
28. Регуляризация скелетов (глава 10)
29. Скелетизация – некорректная задача (10.1)
30. Регуляризация скелета методом стрижки (10.2)
31. Силуэт скелетного графа, силуэт подграфа, хаусдорфово расстояние между силуэтами (10.3)
32. Циркулярные фигуры и жирные линии (глава 11)
33. Понятие циркулярной фигуры, осевой граф, функция ширины, силуэт (11.2)