

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ТГПУ)



**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПД.Р.02 - Вычислительная геометрия**

Направление подготовки  
**230200.62 - Информационные системы**  
Степень (квалификация) –  
**Бакалавр информационных систем**

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение и освоение базовых понятий, моделей, методов, структур данных и алгоритмов, применяемых при решении задач вычислительной геометрии.

### 1.2. Задачи преподавания дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания по следующим основополагающим разделам:

- представление и моделирование геометрических объектов, алгоритма триангуляции;
- решение задач в области вычислительной геометрии: сглаживание кривых и поверхностей, построение линий уровня и т.д.

Студенты должны получить необходимые знания для проектирования программных систем, использующих решение геометрических задач:

- представление об основных структурах данных, связанных с геометрическими задачами;
- методы оценки вычислительной сложности геометрического алгоритма.

### 1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данного курса

«Технология программирования», «Компьютерная геометрия и графика», «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Алгебра и геометрия».

## 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения курса студент должен уметь:

- разрабатывать эффективные математические модели для описания геометрических данных;
- применять алгоритмы вычислительной геометрии в практических приложениях.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
Общая трудоемкость дисциплины	70	5			
Аудиторные занятия	36	36			
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
И (или) другие виды аудиторных занятий					
Самостоятельная работа	34	34			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
И (или) другие виды самостоятельной работы					
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен			



## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Лекции	Практические занятия или семинары	Лабораторные занятия
1	Введение. Понятие, предмет и объект вычислительной геометрии.	1		
2	Алгоритмы построения выпуклых оболочек и триангуляции.	5		12
3	Решение прикладных задач с использованием прямоугольной и треугольной сеток.	6		6
4	Задачи, связанные с кривыми и поверхностями на плоскости и в пространстве.	6		

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### *1. Введение. Понятие, предмет и объект вычислительной геометрии.*

Понятие о компьютерной графике. Видеопамять, видеоадаптеры. Растровая и векторная графика. Алгоритмы компьютерной графики и их связь с геометрией. Понятие, предмет и объект вычислительной геометрии.

#### *2. Алгоритмы построения выпуклых оболочек и триангуляций.*

Выпуклые множества на плоскости. Понятие выпуклости с точки зрения элементарной геометрии и с точки зрения линейной алгебры. Выпуклая комбинация, как частный случай линейной комбинации. Выпуклая оболочка множества точек. Простейший метод построения выпуклой оболочки (на основе поиска самого «левого» или «правого» вектора). Относительное положение точки и вектора. Эффективные методы: метод Джарвиса (заворачивание подарка), метод Грэхема, алгоритм Эндрю, метод «разделяй и властвуй», алгоритм «быстрого построения» выпуклой оболочки. Оценка эффективности методов построения выпуклой оболочки. Слияние выпуклых оболочек.

Понятие о триангуляции множества точек. Набор треугольников и отношение соседства. Зависимость количества треугольников от числа точек. Простейший алгоритм триангуляции. Жадная триангуляция. Оптимальная триангуляция и отсутствие эффективного алгоритма ее построения. Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне. Критерий Делоне. Подходы к построению триангуляции Делоне.

#### *3. Решение прикладных задач с использованием прямоугольной и треугольной сеток.*

Моделирование пространственных объектов: точные и приближенные методы. Использование прямоугольных и треугольных сеток. Цифровая модель рельефа, как простейший пример. Преимущество треугольной сетки на примере задачи построения линий уровня. Построение диаграммы Вороного по триангуляции Делоне. Применение триангуляции Делоне для эффективного приближенного решения задачи коммивояжера.

#### *4. Задачи, связанные с кривыми и поверхностями на плоскости и в пространстве.*

Явное и параметрическое описание кривых и поверхностей. Простейшая модель кривой и ее недостатки. Задача сглаживания кривых. Слайны и кривые Безье, их применение. Построение линий уровня по коридору.



## 5. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Нахождение выпуклой оболочки точек методом упорядочивания крайних точек по возрастанию полярного угла.
2	2	Нахождение выпуклой оболочки точек методом Грэхема.
3	2	Алгоритм быстрого метода построения выпуклой оболочки.
4	2	Алгоритм построения жадной триангуляции.
5	2	Простейший алгоритм построения триангуляции со структурами <code>triang1</code> и <code>triang2</code> .
6	2	Триангуляция Делоне.
7	3	Алгоритм построения линий уровня.

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

*а) основная литература:*

1. Долганова Н.Ф. Элементы вычислительной геометрии. 2009.
2. Долганова Н.Ф. Элементы вычислительной геометрии: алгоритмы построения выпуклой оболочки. 2010.

*б) дополнительная литература:*

1. Дегтярев В. М. Компьютерная геометрия и графика. 2011.
2. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. 2005.
3. Атанасян Л. С., Базылев В. Т. Геометрия. 1986. – Ч. 1-2.
4. Базылев В. Т., Дуничев К. И. Геометрия. 1975. – Ч. 1-2.
3. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. 2007.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Интегрированная среда разработки программного обеспечения, основанная на языке Object Pascal (Lazarus/Delphi). Интерактивная доска.

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 8.1. Методические рекомендации преподавателю

При изложении материала курса лекций преподавателю рекомендуется использовать не только список литературы, приведенный в перечне рекомендуемой литературы (п. 6.1.), но и опираться на фундаментальные труды в области вычислительной геометрии: 1) *Препарата Ф., Шеймос М.* Вычислительная геометрия (Москва, 1989); 2) *Роджерс Д., Адамс Дж.* Математические основы машинной графики (Москва, 2001); 3) *Фокс А., Пратт М.* Вычислительная геометрия: применение в проектировании и на производстве (Москва, 1982).

При рассмотрении темы «Триангуляция Делоне» целесообразно опираться на книгу *Скворцова А.В.* Триангуляция Делоне и ее применение (Томск, 2002).

При проведении лабораторных занятий предполагается использование разработанных методических материалов (см. основная литература [2]), в которых



предусмотрено несколько уровней работы с алгоритмами построения структур вычислительной геометрии (от репродуктивного до самостоятельного).

Материал дисциплины следует излагать на дедуктивной (аксиоматической) основе, учитывая интегративный характер дисциплины, синтезирующей в себе положения из фундаментальных основ информатики, математики и программирования.

Целесообразно применять «задачный» подход к изучению всех разделов курса, т.е. рассмотрение каждого раздела курса должно происходить на примере конкретных практических задач. При этом задачи должны подбираться таким образом, чтобы развивалась алгоритмическая культура и алгоритмическое мышление студентов, а также формировалось хорошо развитое теоретическое (понятийное) мышление в области информатики и геометрии.

Преподаватель, читающий данный курс, при изложении дисциплины должен постараться донести до студентов осознание того, что обучение навыкам программирования, а также разработки и использования новых информационных технологий невозможно и без обучения математики на углубленном уровне.

## 8.2. Методические рекомендации студенту

Студентам в обязательном порядке рекомендуется вести конспект лекций.

На лабораторных занятиях при практической реализации алгоритмов вычислительной геометрии следует опираться на уже имеющиеся разработанные материалы (см. основная литература [2]) и выполнять перечень заданий приведенных в них как в рамках аудиторных часов, так и в рамках самостоятельной работы.

По завершению курса студенту необходимо владеть навыками: анализа готового программного продукта, доработки программного продукта и создания собственных программных продуктов. При этом допускается отступление от приведенных вариантов и средств реализации алгоритмов. Основным требованием является понимание основных идей и способов реализации алгоритмов на различных уровнях готовности.

Студенту следует обратить внимание на условия проведения экзамена:

- В рамках экзамена проверяется не только знания основных понятий, определений и терминов, а также общее понимание материала и способность применить его на практике.
- Каждый билет содержит два теоретических вопроса.
- Помимо ответа на билет, будут предложены дополнительные вопросы по каждому разделу дисциплины.
- На экзамен необходимо принести варианты реализованных алгоритмов задач вычислительной геометрии, рассмотренных на лабораторных занятиях и в рамках самостоятельной работы.
- Для получения общей положительной оценки («удовлетворительно» и выше) необходимо минимум на «удовлетворительно» ответить на каждый из двух вопросов в билете и ответить хотя бы на один дополнительный вопрос по каждому разделу дисциплины.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Нахождение выпуклой оболочки набора точек методом «Разделяй и властвуй».
2. Построение триангуляции Делоне.
3. Построение диаграммы Вороного по триангуляции Делоне.
4. Построение триангуляции Делоне по диаграмме Вороного.
5. Использование линейных преобразований в задачах компьютерной графики (параллельный перенос, повороты, проективные преобразования).
6. Отсечение набора отрезков и полигонов по границам области выпуклого полигона.



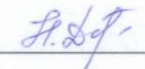
### Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие о компьютерной графике.
2. Понятие о видеопамяти, видеоадаптерах.
3. Понятие о растровой и векторной графике.
4. Алгоритмы компьютерной графики и их связь с геометрией.
5. Основные понятия начертательной геометрии и вычислительной геометрии.
6. Выпуклые множества на плоскости.
7. Понятие выпуклости с точки зрения элементарной геометрии и с точки зрения линейной алгебры.
8. Выпуклая комбинация, как частный случай линейной комбинации.
9. Понятие выпуклой оболочки множества точек.
10. Алгоритм построения выпуклой оболочки с помощью упорядочивания крайних точек по полярному углу.
11. Метод обхода Грэхема.
12. Алгоритм Эндрю.
13. Метод обхода Джарвиса.
14. Алгоритм типа «Разделяй и властвуй» для построения выпуклой оболочки.
15. Алгоритм «быстрого построения» выпуклой оболочки.
16. Оценка эффективности методов построения выпуклой оболочки.
17. Понятие триангуляции и ее представление в ЭВМ.
18. Проверка принадлежности точки треугольнику.
19. Простейший алгоритм построения триангуляции.
20. Оптимальная триангуляция.
21. Жадный алгоритм построения триангуляции.
22. Триангуляция Делоне.
23. Связь триангуляции Делоне и диаграммы Вороного.
24. Некоторые способы проверки условия Делоне.
25. Подходы к построению триангуляции Делоне.
26. Преимущество треугольной сетки на примере задачи построения линий уровня.
27. Построение линий уровня по триангуляции.
28. Понятие коридора и его использование при построении линий уровня.
29. Сглаживание. Обзор методов.
30. Кубические сплайны.
31. Кривые Безье.
32. Простейший алгоритм закраски.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению **230200.62 – Информационные системы**, степень (квалификация) - **бакалавр информационных систем**

Программу составил:

ст. преподаватель кафедры информатики

 Долганова Н. Ф.

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информатики  
протокол № 1 от «30» август 2011 г.

Зав. кафедрой, доцент  А.Н. Макаренко

Программа дисциплины одобрена методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Председатель

методической комиссии физико-математического факультета  Г.К. Разина