



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

---

### ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, Гузев М.А.

(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«9» июля 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая (ий) кафедрой

информатики, математического и компьютерного

моделирования

(название кафедры)



Чеботарев А.Ю.

(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

«9» июля 2018 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические основы компьютерной графики

**Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика**

Профиль: «Прикладная информатика в компьютерном дизайне»

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7,8

лекции 18 час.

практические занятия 24/18 час.

лабораторные работы \_\_\_\_ час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_ /пр. \_\_\_\_ /лаб. \_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 60 час.

в том числе с использованием МАО \_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 120 час.

в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_ час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет 7,8 семестр

экзамен \_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, принятого решением Ученого совета Дальневосточного федерального университета, протокол от 28.01.2016 № 01-16, и введенного в действие приказом ректора ДВФУ от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информатики, математического и компьютерного моделирования, протокол №18 «9» июля 2018 г..

Заведующий кафедрой Чеботарев А.Ю.

Составитель:

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Математические основы компьютерной графики» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и базируется на следующих дисциплинах: «Технологии программирования», «Аналитическая геометрия», «Дискретная математика» и «Вычислительная математика». Предполагается, что на момент изучения текущего курса студенты должны быть знакомы с такими базовыми структурами данных как массивы, списки, деревья и пр., а также с алгоритмами их обработки. Дисциплина реализуется на 4-м курсе в 7-8 семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы.

**Цель:** изучение алгоритмов и структур данных, предназначенных для решения сложных научно-технических задач, имеющих геометрическую природу, а также приобретение навыков их реализации на ЭВМ.

### Задачи:

- ознакомить студентов с задачами вычислительной геометрии, возникающими в различных областях науки и техники, а также с алгоритмами их решения;
- научить основам представления и обработки геометрических данных в памяти ЭВМ;
- дать навыки выполнения сложных математических расчетов с использованием ЭВМ.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3: Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	Знает	базовые алгоритмы и структуры данных, относящиеся к области компьютерной геометрии
	Умеет	анализировать указанные алгоритмы и применять их в решении типовых задач
	Владеет	языками программирования и технологиями для реализации известных алгоритмов
ПК-27: Способностью применять системный подход и математические	Знает	базовые математические модели, относящиеся к области компьютерной геометрии
	Умеет	строить математические и алгоритмические модели

методы в формализации решения прикладных задач		при решении поставленных задач
	Владеет	аппаратом геометрического моделирования

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Теоретический курс включает в себя 9 лекционных занятий (27 часов).

## **Раздел I. Вычислительная геометрия (18 час.)**

### **Тема 1. Задача регионального поиска (3 час.)**

1. Виды поисковых запросов;
2. Простейшие случаи;
3. Оптимизация поисковых запросов.

### **Тема 2. Задача локализации точки (3 час.)**

1. Локализация точки на множестве отрезков;
2. Локализация точки в многоугольнике;
3. Локализация точки на планарном подразбиении.

### **Тема 3. Пересечения плоских множеств (3 час.)**

1. Поиск пересекающихся отрезков на плоскости;
2. Пересечение многоугольников;
3. Пересечение полуплоскостей.

### **Тема 4. Выпуклые оболочки (3 час.)**

1. Выпуклые оболочки на плоскости;
2. Определение диаметра множества;
3. Задача о разделении выпуклых множеств.

### **Тема 5. Задачи геометрической близости (3 час.)**

1. Задача поиска ближайшего соседа;
2. Области близости;
3. Диаграмма Вороного.

### **Тема 6. Разбиение плоскости (3 час.)**

1. Разновидности двумерных сеток и их представление в памяти;
2. Триангуляция многоугольной области;
3. Триангуляция Делоне.

## **Раздел II. Геометрическое моделирование (9 час.)**

### **Тема 1. Моделирование кривых (3 час.)**

1. Аналитические кривые;
2. Кривые на основе точек;
3. Дискретизация кривых.

### **Тема 2. Моделирование поверхностей (3 час.)**

1. Аналитические поверхности;
2. Поверхности на основе точек;
3. Поверхности на основе кривых.

### **Тема 3. Операции над кривыми и поверхностями (3 час.)**

1. Разбиение произвольной поверхности;
2. Построение линий уровня простой поверхности;
3. Пересечения произвольных поверхностей.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (54 час.)**

**Лабораторная работа №1. Задача регионального поиска (9 час.)**

**Лабораторная работа №2. Задача локализации точки (9 час.)**

**Лабораторная работа №3. Пересечения плоских множеств (9 час.)**

**Лабораторная работа №4. Выпуклые оболочки (9 час.)**

**Лабораторная работа №5. Разбиение плоскости (9 час.)**

**Лабораторная работа №6. Кривые и поверхности (9 час.)**

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Вычислительная геометрия	ОПК-3, ПК-27	Знает	Лабораторная работа (ПР-6) Зачет

			Умеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Зачет
			Владеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Зачет
			Знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен
2	Геометрическое моделирование	ОПК-3, ПК-27	Умеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Экзамен
			Владеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Васильков Д.М. Геометрическое моделирование и компьютерная графика: вычислительные и алгоритмические основы. — Минск: БГУ, 2011.  
<http://elib.bsu.by/handle/123456789/27612>.
2. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. — Томск: Издательство Томского университета, 2006.  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=21470575>.
3. Голованов Н.Н., Ильютко Д.П., Носовский Г.В., Фоменко А.Т. Компьютерная геометрия. — М.: Академия, 2006.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=248077>.
4. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. — М.: Академия, 2011.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=668495>.

## Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение / Пер. с англ. С. А. Вичеса, М. М. Комарова. — М.: Мир, 1989.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=25872>.
2. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++. — М.: Бином, 1997.
3. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. — М.: Диалог-МИФИ, 2000.
4. Эйджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2001.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=16040>.
5. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. — М.: Мир, 2001.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=398882>.
6. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. — Томск: Издательство Томского университета, 2002.  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=21355687>.
7. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=4197>.
8. Ченцов О.В., Скворцов А.В. Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников. — Вестник ТГУ. — 2003. — № 280. — С. 338–345.  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=16460264>.
9. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ / Пер. с англ., под ред. И. В. Красикова. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2005.

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Практикум по компьютерной геометрии (курс интернет университета информационных технологий):  
<http://www.intuit.ru/studies/courses/645/501/info>
2. Видео курс по алгоритмам и структурам данных поиска:  
<https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/algorithms>



3. Видео курс по вычислительной геометрии:  
<http://www.lektorium.tv/course/23049>
4. Программная библиотека на языке Си, содержащая реализацию алгоритмов вычислительной геометрии (с открытым исходным кодом):  
<http://www.cgal.org/>
5. Официальная страница проекта ParaView (открытый пакет для интерактивной визуализации научных данных):  
<http://www.paraview.org/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для выполнения лабораторных работ настоятельно рекомендуется использовать один из следующих языков программирования: С, С++, Pascal, Fortran. При этом для заготовки входных данных, а также визуализации полученных результатов, допускается использовать сторонние пакеты: MATLAB, GNU Octave, ParaView и др.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для выполнения лабораторных работ требуется наличие компьютеров, оснащенных процессорами Pentium III и выше, работающих под управлением операционной системы Windows.

Требования к программному обеспечению:

- компиляторы языков С/С++;
- интегрированная среда разработки (CodeBlocks либо Visual Studio);
- математические пакеты (MATLAB, GNU Octave).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Математические основы компьютерной графики»  
Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика  
Образовательная программа «Бакалавриат»  
Форма подготовки: очная

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	14.09–05.10	Лабораторная работа	4 часа	Письменный отчет
2	05.10–26.10	Лабораторная работа	4 часа	Письменный отчет
3	26.10–23.11	Лабораторная работа	5 часов	Письменный отчет
4	23.11–21.12	Лабораторная работа	5 часов	Письменный отчет
5	01.02–22.02	Лабораторная работа	9 часов	Письменный отчет
6	22.02–21.03	Лабораторная работа	9 часов	Письменный отчет
7	21.03–28.03	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, написания отчетов по лабораторным работам, ознакомления с рекомендованной литературой и подготовки к экзамену (в 8-м семестре).

### Рекомендации по выполнению лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ настоятельно рекомендуется использовать один из следующих языков программирования: C, C++, Pascal, Fortran. При этом для заготовки входных данных, а также визуализации полученных результатов, допускается использовать сторонние пакеты: MATLAB, GNU Octave, ParaView и др.

### Рекомендации по составлению отчетов

В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам у студентов развиваются навыки составления письменной документации и систематизации имеющихся знаний, что, несомненно, пригодится им в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности. При составлении отчетов настоятельно рекомендуется придерживаться следующей структуры:

- 1) Постановка задачи;
- 2) Метод решения (вкратце изложить суть используемого метода);
- 3) Алгоритм метода (описать основные этапы решения задачи);
- 4) Спецификация используемых функций и типов данных;
- 5) Описание тестов, на которых программа проходила проверку;
- 6) Результаты численного эксперимента (если требуется).

### **Критерии оценивания самостоятельных работ**

Одна лабораторная работа содержит 3 задачи, каждая из которых оценивается по трехбалльной шкале:

1. Решение частично удовлетворяет условию задачи, проходит большую часть тестов, однако требует существенной доработки;
2. Решение полностью удовлетворяет условию задачи, проходит все тесты, однако имеет ряд недостатков, требующих некоторой доработки;
3. Решение полностью удовлетворяет условию задачи, проходит все тесты и не требует дальнейшей доработки.

К критериям оценивания также можно отнести качество оформления письменных отчетов. В случае некачественно выполненных отчетов (не соответствующих заявленным требованиям либо нарушающих правила профессиональной этики) результирующий балл за работу может быть снижен.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Математические основы компьютерной графики»**

## Критерии оценивания

В течение 2-х семестров студентам последовательно выдается набор из 6-ти лабораторных работ, каждая из которых имеет вес 9% и содержит в себе по три задания (3% за каждое выполненное задание). Посещаемость занятий также учитывается и имеет вес 12%. Для получения зачета в 7-м семестре необходимо закрыть первые 4 работы с общим рейтингом не менее 30%. В 8-м семестре также проводится экзамен, вес которого составляет 34% от общего рейтинга (результат экзамена оценивается по трехбалльной шкале). По результатам всех контрольных мероприятий необходимо набрать рейтинг не менее 65% для получения оценки *удовлетворительно*, не менее 75% для получения оценки *хорошо*, и не менее 85% для получения оценки *отлично*.

## Лабораторные работы

Одна лабораторная работа содержит 3 задания, каждое из которых оценивается по трехбалльной шкале.

### Лабораторная работа №1. Задача регионального поиска

1. Решить задачу регионального поиска, воспользовавшись методом сеток (для двумерного и трехмерного случая).
2. Решить задачу регионального поиска, воспользовавшись деревом квадрантов/октантов (с разбиением по медиане).
3. Построить сбалансированное k-мерное дерево поиска по заданному набору точек и решить с его помощью задачу регионального поиска.

### Лабораторная работа №2. Задача локализации точки

1. Реализовать метод трассировки луча для решения задачи локализации точки в многоугольной области.
2. Построить дерево интервалов и определить с его помощью множество отрезков, которым принадлежит заданная точка.
3. Реализовать метод полос для решения задачи локализации точки в многоугольнике.

### Лабораторная работа №3. Пересечения плоских множеств

1. Выполнить отсечение выпуклого многоугольника заданным треугольником.
2. Выполнить поиск пересечений заданных на плоскости отрезков, воспользовавшись методом заметающей прямой.
3. Выполнить поиск пересечений между двумя простыми многоугольниками и построить зоны их перекрытий (оверлеи).

#### **Лабораторная работа №4. Выпуклые оболочки**

1. Построить выпуклую оболочку заданного множества точек на плоскости, воспользовавшись алгоритмом быстрой оболочки (QuickHull).
2. Построить выпуклую оболочку воспользовавшись алгоритмом Грэхема (либо Джарвиса).
3. Построить выпуклую оболочку простого многоугольника, заданного упорядоченным набором своих вершин.

#### **Лабораторная работа №5. Разбиение плоскости**

1. Выполнить триангуляцию монотонного многоугольника. Результат следует представить в виде структуры DCEL.
2. Выполнить произвольную триангуляцию нерегулярного набора точек на плоскости, воспользовавшись любым доступным алгоритмом. Результат следует представить в виде структуры DCEL.
3. Построить триангуляцию Делоне на основе произвольной заданной триангуляции.

#### **Лабораторная работа №6. Кривые и поверхности**

1. Решить задачу численного интегрирования скалярной функции, заданной в узлах треугольной сетки.
2. Реализовать процедуру построения карты изолиний на треугольной сетке.
3. Выполнить отсечение многогранника, имеющего треугольные грани, некоторой заданной плоскостью.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Задача регионального поиска. Сравнение известных поисковых структур данных.
2. Дерево интервалов. Локализация точки на множестве отрезков.
3. Задача локализации точки в многоугольнике. Локализация точки на планарном подразбиении.
4. Заметание плоскости. Поиск пересекающихся отрезков на плоскости.
5. Построение оверлеев многоугольных областей. Пересечение полуплоскостей.
6. Выпуклые оболочки. Определение и свойства. Алгоритмы построения выпуклой оболочки.
7. Диаграмма Вороного. Определение и свойства. Алгоритмы ее построения.
8. Разновидности двумерных сеток. Представление сеток в памяти. Триангуляция многоугольной области.
9. Триангуляция Делоне. Определение и свойства. Связь с диаграммой Вороного.

10. Способы представления кривых. Построение кривых по заданному набору точек.
11. Способы представления поверхностей. Поверхности на основе кривых. Построение поверхности по заданному набору точек.
12. Построение линий уровня и линий пересечения поверхностей.