

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талюцкий Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
**Компьютерная геометрия Б3.ДВ.3**

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Математика, информатика и информационные технологии в билингвальной татарско-русской среде

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Агафонов А.А.

**Рецензент(ы):**

Попов А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Игнатьев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 817212518

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Агафонов А.А. кафедра высшей математики и математического моделирования отделение педагогического образования , AIAAgafonov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

- изучение основных алгоритмов компьютерной геометрии
- овладение навыками создания компьютерных геометрических моделей
- освоение базовых принципов использования систем компьютерной математики в компьютерной геометрии

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Дисциплина демонстрирует каким образом системы компьютерной математики могут применяться в реализации алгоритмов компьютерной геометрии.

Для успешного освоения дисциплины необходимо:

- знание основ элементарной и высшей математики, базовых принципов построения математических моделей.

Предшествующими для данной дисциплины являются следующие дисциплины:

- 'Введение в математическое моделирование',
- 'Математическое моделирование в системах компьютерной математики'.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК-3	применяет методы обучения математическому и алгоритмическому моделированию учебных задач научно-технического, экономического характера в учебном процессе
СПК-2 (профессиональные компетенции)	понимает, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук
СПК-4 (профессиональные компетенции)	способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
СПК-6 (профессиональные компетенции)	умеет анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и программно- технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс
СПК-7 (профессиональные компетенции)	владеет методами создания математических моделей основных объектов изучения естественнонаучных дисциплин и реализовывать их в компьютерных моделях

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

студент должен демонстрировать способность и готовность к построению и исследованию моделей компьютерной геометрии с помощью систем компьютерной математики

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в компьютерную геометрию	9	1	0	0	2	Лабораторные работы
2.	Тема 2. Системы координат и аффинные преобразования	9	2	0	0	4	Лабораторные работы
3.	Тема 3. Проективные преобразования	9	3	0	0	4	Лабораторные работы
4.	Тема 4. Прямые на плоскости	9	4	0	0	2	Лабораторные работы
5.	Тема 5. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола, гипербола	9	5	0	0	2	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Кривые Безье	9	6	0	0	2	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Поверхности Безье	9	7	0	0	2	Лабораторные работы
8.	Тема 8. Многоугольники	9	8	0	0	6	Лабораторные работы
9.	Тема 9. Пересечения геометрических объектов	9	11	0	0	2	Лабораторные работы

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Площадь и геометрический центр многоугольника	9	12	0	0	2	Лабораторные работы
11.	Тема 11. Выпуклые оболочки	9	13	0	0	2	Лабораторные работы
12.	Тема 12. Расположение точки относительно многоугольника	9	14	0	0	2	Лабораторные работы
13.	Тема 13. Геометрические фракталы	9	15	0	0	4	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение в компьютерную геометрию

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Компьютерная геометрия, геометрическое моделирование, визуализация изображений.

##### Тема 2. Системы координат и аффинные преобразования

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Системы координат и аффинные преобразования, используемые в компьютерной геометрии. Положение точки в пространстве. Матрицы аффинных преобразований.

##### Тема 3. Проективные преобразования

###### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Однородные координаты. Матрица проективного преобразования. Проекция трехмерного изображения на двумерный экран.

##### Тема 4. Прямые на плоскости

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Неявное уравнение прямой. Нормальное и параметрическое уравнения прямой. Взаимное расположение двух прямых, угол между пересекающимися прямыми. Уравнение пучка прямых и биссектрисы угла. Ориентация точки относительно прямой.

##### Тема 5. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола, гипербола

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Канонические и параметрические уравнения окружности, эллипса, параболы, гиперболы. Параметрическое уравнение эллипса с центром в одном из фокусов.

##### Тема 6. Кривые Безье

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Сплайны, способы описания кривых Безье. Геометрический алгоритм для кривой Безье.

##### Тема 7. Поверхности Безье

###### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Геометрический алгоритм построения пэтчей Безье.

##### Тема 8. Многоугольники

###### *лабораторная работа (6 часа(ов)):*

Геометрическая модель многоугольника. Пересечение прямой линии с многоугольником. Алгоритм теста на пересечение прямой с многоугольником. Алгоритм теста на выпуклость многоугольника. Выпуклый тест ориентации точки относительно многоугольника.

**Тема 9. Пересечения геометрических объектов**

*лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Пересечение отрезков. Пересечение многоугольников.

**Тема 10. Площадь и геометрический центр многоугольника**

*лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Вывод формулы площади выпуклого многоугольника. Определение центра многоугольника, вывод формулы нахождения центра многоугольника.

**Тема 11. Выпуклые оболочки**

*лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Построение выпуклой оболочки: алгоритм сканирования Грэхема, алгоритм быстрой оболочки.

**Тема 12. Расположение точки относительно многоугольника**

*лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Алгоритм определения принадлежности точки многоугольнику.

**Тема 13. Геометрические фракталы**

*лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Определение геометрических фракталов, способы построения, примеры.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в компьютерную геометрию	9	1		2	Лабораторные работы
2.	Тема 2. Системы координат и аффинные преобразования	9	2		4	Лабораторные работы
3.	Тема 3. Проективные преобразования	9	3		4	Лабораторные работы
4.	Тема 4. Прямые на плоскости	9	4		2	Лабораторные работы
5.	Тема 5. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола, гипербола	9	5		2	Лабораторные работы
6.	Тема 6. Кривые Безье	9	6		2	Лабораторные работы
7.	Тема 7. Поверхности Безье	9	7		2	Лабораторные работы
8.	Тема 8. Многоугольники	9	8		6	Лабораторные работы
9.	Тема 9. Пересечения геометрических объектов	9	11		2	Лабораторные работы

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Площадь и геометрический центр многоугольника	9	12		2	Лабораторные работы
11.	Тема 11. Выпуклые оболочки	9	13		2	Лабораторные работы
12.	Тема 12. Расположение точки относительно многоугольника	9	14		2	Лабораторные работы
13.	Тема 13. Геометрические фракталы	9	15	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Помимо традиционных образовательных технологий при проведении лабораторных работ широко используются информационно-коммуникационные технологии. Для реализации интерактивной формы обучения применяются системы компьютерной математики (система Maple).

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Введение в компьютерную геометрию

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Основные команды Maple по работе с 2D, 3D графикой, анимацией. Основы программирования в Maple: структура данных, условные операторы, циклы.

### Тема 2. Системы координат и аффинные преобразования

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Преобразование координат в СКМ Maple. Работа с матрицами аффинных преобразований.

### Тема 3. Проективные преобразования

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Работа с проективными преобразованиями в СКМ Maple.

### Тема 4. Прямые на плоскости

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Моделирование случайного расположение двух прямых, нахождение точки пересечения двух прямых, задание пучка прямых.

### Тема 5. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, парабола, гипербола

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Визуализация множества кривых второго порядка со случайными параметрами.

### Тема 6. Кривые Безье

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Моделирование сплайнов на основе кривых Безье, интерполяция сплайнами

### Тема 7. Поверхности Безье

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Геометрический алгоритм построения пэтчей Безье.

### **Тема 8. Многоугольники**

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Реализация алгоритма теста на пересечение прямой с многоугольником в СКМ Maple.

Реализация алгоритма теста на выпуклость многоугольника в СКМ Maple.

### **Тема 9. Пересечения геометрических объектов**

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Тест пересечения отрезков. Тест пересечения многоугольников.

### **Тема 10. Площадь и геометрический центр многоугольника**

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Нахождение площадь и геометрический центр произвольного выпуклого многоугольника в СКМ Maple.

### **Тема 11. Выпуклые оболочки**

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Реализация алгоритма Джарвиса в СКМ Maple.

### **Тема 12. Расположение точки относительно многоугольника**

Лабораторные работы , примерные вопросы:

Реализация алгоритма определения принадлежности точки произвольному многоугольнику в СКМ Maple.

### **Тема 13. Геометрические фракталы**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Построение фрактала "Снежинка Коха", "Дракон" Хартера-Хейтуэя, "Множество Апполона", "Кривая Леви" в СКМ Maple.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

1. Компьютерная геометрия, геометрическое моделирование, визуализация изображений.
2. Системы координат, используемые в компьютерной геометрии. Положение точки в пространстве.
3. Аффинные преобразования. Матрица преобразования.
4. Однородные координаты. Проективные преобразования.
5. Проектирование трехмерного изображения на плоскость.
6. Неявное, нормальное и параметрическое уравнения прямой.
7. Взаимное расположение двух прямых, угол между пересекающимися прямыми.
8. Уравнение пучка прямых и биссектрисы угла.
9. Кривые второго порядка: окружность, эллипс.
10. Кривые второго порядка: парабола.
11. Кривые второго порядка: гипербола.
12. Сплайны. Способы описания кривых Безье ( $m=1,2,3$ ).
13. Построение интерполяционной кривой Безье для последовательности 2D точек.
14. Построение интерполяционной кривой Безье для последовательности 3D точек.
15. Геометрический алгоритм построения пэтчей Безье.
16. Многоугольники, геометрическая модель многоугольника.
17. Ориентация точки относительно прямой.
18. Пересечение прямой линии с многоугольником.
19. Алгоритм теста на пересечение прямой с многоугольником.
20. Тест на выпуклость многоугольника.
21. Тест на принадлежности точки внутренней области многоугольника.
22. Тест пересечения отрезков.



23. Тест пересечения многоугольников.
24. Площадь и геометрический центр многоугольника.
25. Геометрические фракталы. Снежинка Коха.
26. Геометрические фракталы. "Дракон" Хартера-Хейтуэя.
27. Геометрические фракталы. "Множество Апполона".
28. Геометрические фракталы. "Кривая Леви".
29. Минимально выпуклые оболочки, алгоритмы Грэхема и Джарвиса.
30. Алгоритм Джарвиса построения минимально выпуклой оболочки.

### 7.1. Основная литература:

1. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.А. Никулин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 708 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93702>. - Загл. с экрана.
2. Никулин, Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: Пособие / Никулин Е.А. - Электрон. дан. - СПб : БХВ-Петербург, 2015. - 554 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=940228> - Загл. с экрана.
3. Окулов, С.М. Основы программирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 339 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66119>. - Загл. с экрана.
4. Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple : учеб. пособие / М.Н. Кирсанов, О.С. Кузнецова. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 272 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=763674>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кирсанов, М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 512 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3181> - Загл. с экрана.
2. Голоскоков, Д.П. Курс математической физики с использованием пакета Maple. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 576 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/67461> - Загл. с экрана.
3. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы. [Электронный ресурс] : справ. - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2006. - 168 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2738> - Загл. с экрана.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Аладьев В.З. Основы программирования в Maple - <http://www.aladjev-maple.narod.ru/Maple.pdf>  
Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>  
Образовательный математический сайт Exponenta.ru - [www.exponenta.ru/](http://www.exponenta.ru/)  
Официальный сайт СКМ Maple - <http://www.maplesoft.com/>  
Программирование и разработка приложений в Maple - <http://aladjev-maple-book.narod.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Компьютерная геометрия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Лекционная аудитория с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном.

Компьютерные аудитории для проведения лабораторных работ со следующим программным обеспечением: пакет Maple (версия 13 и выше).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Математика, информатика и информационные технологии в билингвальной татарско-русской среде .

Автор(ы):

Агафонов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.