

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ВМК МГУ

/И.А.Соколов/

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Компьютерная геометрия

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) ОПОП:

дисциплина относится к базовой части программы

Форма обучения:

очная

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 02.03.02, 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

1. Дисциплина относится к базовой части естественно-научного цикла ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля): учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, алгебре и аналитической геометрии в объеме, соответствующем программе первого года обучения основных образовательных программ бакалавриата по укрупненному группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки»

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, частично формируемые при реализации дисциплины (модуля):

- **ОПК-1.Б** Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями
- **ОПК-3.Б** Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области математических, информационных и имитационных моделей,
- **ПК-2.Б** Способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

1. основные понятия, определения и факты компьютерной геометрии;
2. основы выпуклого анализа при решении задач компьютерной геометрии;
3. основы проективной геометрии;
4. элементы дифференциальной геометрии.

Уметь:

1. применять на практике геометрические методы визуализации.

Владеть:

1. навыками использования геометрических идей и методов, эффективно используемых при решении задач компьютерной графики.
4. Формат обучения: лекции и семинарские занятия проводятся с использованием меловой доски.
5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 40 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Самостоятельная работа обучающихся, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Всего	
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*		
1. Геометрия и компьютерная графика	4	2	0	2	2
2. Элементы аналитической геометрии	8	4	0	4	4
3. Элементы выпуклой геометрии	4	2	0	2	2
4. Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 1	2	2	0	2	0
5. Элементы проективной геометрии	20	10	0	10	10
6. Элементы дифференциальной геометрии	20	10	0	10	10
7. Текущий контроль успеваемости: контрольная работа № 2	2	2	0	2	0
Промежуточная аттестация: письменный экзамен	12	0	0	0	12
Итого	72	32	0	32	40

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Контрольная работа № 1

1а. Найдите образ треугольника, заданного координатами вершин, при повороте плоскости вокруг заданной точки на заданный угол. Выпишите матрицу преобразования.

16. Найдите образ треугольника, заданного координатами вершин, при зеркальном отражении относительно заданной прямой. Выпишите матрицу преобразования.
2. Путём вычислений определите взаимное расположение двух треугольников, если один из них задан координатами вершин, а другой – уравнениями прямых, на которых лежат его стороны.
3. Определите, принадлежит ли заданная точка, выпуклой оболочке множества из четырёх заданных точек
4. Найдите координаты точки пересечения отрезка, заданного координатами его концов, и треугольника, заданного координатами его вершин, которые лежат в разных плоскостях.

Контрольная работа № 2

1. Нарисуйте лист Мёбиуса (обезьянье седло).
2. Найдите проективное преобразование плоскости, под действием которого один заданный выпуклый четырёхугольник переходит в другой заданный выпуклый четырёхугольник. Выпишите матрицу преобразований.
3. Найдите образ заданного прямоугольного параллелепипеда при проективном преобразовании с одной главной точкой схода (с двумя главными точками схода). Сделайте чертёж.
4. По четырём точкам плоскости, заданным своими координатами, постройте составную B -сплайновую замкнутую кривую: выпишите уравнения элементарных B -сплайновых кривых, определите координаты точек стыковки и сделайте чертёж.

Предусматривается проведение двух письменных контрольных работ. Во время выполнения контрольных работ нельзя пользоваться никакой литературой, конспектами и электронными устройствами.

Количество задач в каждой контрольной работе равно четырём. Каждая верно решённая задача в контрольной работе оценивается в 60 баллов. Зачётная оценка за каждую задачу составляет не менее 50% от максимального количества баллов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену

Экзамен сдаётся в письменной форме. В экзаменационном билете – один вопрос из приведенного ниже списка тем.

Раздел 1. Элементы аналитической геометрии

Аффинные преобразования плоскости. Элементарные преобразования плоскости (поворот вокруг начала координат, параллельный перенос, зеркальное отражение относительно координатных осей, сдвиг вдоль координатной оси, растяжение/сжатие вдоль координатных осей) и их матричная запись. Элементарные преобразования плоскости и динамика изображения.

Однородные координаты. 3×3 матрицы элементарных преобразований плоскости. Матричная запись аффинных преобразований плоскости при помощи 3×3 матриц.

Построение матриц преобразования плоскости: а) при повороте плоскости вокруг заданной точки на заданный угол, б) при зеркальном отражении плоскости относительно заданной прямой.

Способы координатного задания на плоскости прямой, луча и отрезка. Общее положение

Взаимное расположение на плоскости простейших фигур: точки и прямой, луча и луча, двух прямых, прямой и луча, прямой и отрезка, двух лучей, луча и отрезка, двух отрезков, точки и треугольника, луча и треугольника, отрезка и треугольника, двух треугольников.

Аффинные преобразования трёхмерного пространства. Элементарные преобразования трёхмерного пространства (вращение вокруг координатных осей, параллельный перенос, зеркальное отражение относительно координатной плоскости, сдвиг вдоль координатной плоскости, растяжение/сжатие вдоль координатных осей) и их матричная запись. Элементарные преобразования трёхмерного пространства и динамика изображения.

Однородные координаты. 4×4 матрицы элементарных преобразований трёхмерного пространства. Матричная запись аффинных преобразований трёхмерного пространства при помощи 4×4 матриц.

Раздел 2. Элементы выпуклой геометрии

Выпуклость. Выпуклость прямой и луча. Выпуклость пересечения выпуклых множеств. Выпуклость отрезка. Выпуклость полуплоскости. Выпуклость треугольника.

Выпуклая оболочка. Оснащение выпуклого многоугольника. Освещённость. Видимость. Бариецентрические координаты. Взаимное расположение отрезка и треугольника в трёхмерном пространстве.

Раздел 3. Элементы проективной геометрии

Стереографическая проекция. Бесконечно удалённая точка как несобственный элемент плоскости. Сфера Римана.

Свойства матрицы $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$. Преобразование плоскости при помощи матрицы Q : преобразование пучков прямых, параллельных и

непараллельных координатным осям; преобразование собственных пучков прямых. Несобственные элементы плоскости. Проективные преобразования плоскости и их матрицы. Точки схода. Главные точки схода. Отыскание матрицы проективного преобразования плоскости, под действием которого один заданный выпуклый четырёхугольник переходит в другой заданный выпуклый четырёхугольник. Проективная плоскость.

Преобразование трёхмерного пространства при помощи матриц

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Точки схода. Главные точки схода. Образы стандартного куба.

Квадрат с отождествлёнными сторонами (тор, лист Мёбиуса, бутылка Клейна, проективная плоскость). Седло, обезьянье седло.

Раздел 4. Элементы дифференциальной геометрии

Параметрически заданные регулярные кривые. Радиус-вектор кривой. Касательная, единичные вектор касательной. Вектор кривизны. Кривые Безье и их свойства.

Интерполяционные и сглаживающие сплайновые кривые.

Элементарные кубические B -сплайновые кривые. Составные кубические B -сплайновые кривые и их свойства. Кратные вершины. Воображаемые вершины. Построение замкнутой B -сплайновой кривой по заданному упорядоченному массиву точек.

Простейшие понятия теории поверхностей: касательная плоскость, нормаль, кривизна поверхности. Поверхности Безье. Сплайновые поверхности. Бикубические B -сплайновые поверхности.

(Полученные студентом баллы за две контрольные работы перед экзаменом суммируются. Затем вычисляется процент от максимально возможной суммы баллов. Экзаменационная оценка выставляется согласно найденному проценту. Для студентов, имеющих задолженность по неправильно решенным задачам в контрольных работах, экзамен проводится в письменной форме.)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания <i>Экзамен</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения <i>Контрольная работа</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое умение

				пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) Экзамен	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач	

Соответствие результатов обучения и компетенций, в развитии которых участвует дисциплина (модуль)

Результаты обучения	Компетенция, с частичным формированием которой связано достижение результата обучения
<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. основные понятия, определения и факты компьютерной геометрии; 2. основы вышуклого анализа при решении задач компьютерной геометрии; 3. основы проективной геометрии; 4. элементы дифференциальной геометрии. 	ОПК-1.Б
<p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. применять на практике геометрические методы визуализации 	ОПК-3.Б
<p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. навыками использования геометрических идей и методов, эффективно используемых при решении задач компьютерной графики. 	ПК-2.Б

8. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Боресков А.В., Шикин Е.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000.
2. Плис А.И., Шикин Е.В. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователя. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996.

Дополнительная литература:

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы компьютерной графики. – М.: Мир, 2001.
2. Голованов Н.Н., Ильнетко Д.П., Носовский Г.В., Фоменко А.Т. Компьютерная геометрия. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 (Университетский учебник. Сер. Прикладная математика и информатика).

Информационные справочные системы:

Сайты сети Интернет, посвященные компьютерной геометрии и компьютерной графике

Материально-техническое обеспечение: аудитория с партами и меловой доской.

9. Язык преподавания - русский.

10. Преподаватели:
доцент факультета ВМК МГУ И.Н.Смирнов.

11. Авторы программы:
профессор факультета ВМК МГУ Е.В.Шикин, доцент факультета ВМК МГУ В.В.Сазонов.