МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
29 мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.19

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки
02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль)
«Математическое и компьютерное моделирование»
Форма обучения очная
Квалификация бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки (уровень высшего образования: бакалавриат)

Программу составил:
доцент, канд. физ.-мат. наук

Марковский А. Н. _____

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры
математических и компьютерных методов,
протокол № 11 от 21.04.2020.

Заведующий кафедрой математических и компьютерных методов

Лежнев А. В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
факультета математики и компьютерных наук,
протокол № 2 от 30.04.2020.

Председатель УМК
факультета математики и компьютерных наук

Шмалько С. П. _____

Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» являются: формирование углубленных знаний по геометрии, той ее части которая положена в основу компьютерной графики и моделированию геометрических объектов посредством математических методов анализа.

1.2 Задачи дисциплины.

Получение базовых теоретических сведений по аффинной, конформной и фрактальной геометрии; их вычислительным аспектам; реализация алгоритмов вычислительной геометрии в системе компьютерной алгебры (MathCAD) и визуализация полученных результатов; проведение численных экспериментов.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для построения базовых геометрических объектов (линий, поверхностей, многогранников) с использованием различных методов и алгоритмов компьютерной графики. Получаемые знания лежат в основе математического образования и служат развитию навыков математического и компьютерного моделирования, вычислительного эксперимента, применения численных методов и программных комплексов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых работ, связанных с применением компьютерных технологий.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-4	Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности	решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры	навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
2	ПК-6	Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	методы математического и алгоритмического моделирования	использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	навыками математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа, из них – 52 часа аудиторной нагрузки: лекционных 18 часов, лабораторных 34 часа; 17,8 часов самостоятельной работы; 2 часов КСР), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			5-й
Контактная работа, в том числе:		**54,2**	**54,2**
Аудиторные занятия (всего)		**52**	**52**
Занятия лекционного типа		18	18
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		–	–
Лабораторные занятия		34	34
Иная контактная работа:		**2,2**	**2,2**
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		**17,8**	**17,8**
Проработка учебного (теоретического) материала		12,8	12,8
Подготовка к текущему контролю		5	5
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**
	в том числе контактная работа	**54,2**	**54,2**
	зач. ед	**2**	**2**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Основы компьютерной графики	2	2		–		
2.	Плоская графика (2D-графика)	15	3		8		4

№ раздела	Наименование разделов		Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
3.	Конформная геометрия	19	5		10		4
4.	Фрактальная геометрия	18	4		8	2	4
5.	Объемная графика (3D-графика)	17,8	4		8		5,8
	Итого по дисциплине:	72	18		34	2	17,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основы компьютерной графики	Аналоговые и компьютерные изображения. Форматы изображений. Растровая и векторная графика. Графические объекты, примитивы и их атрибуты, аналитическая модель. Компьютерная графика и геометрическое моделирование	
2	Плоская графика (2D-графика)	Аффинные преобразования в 2D-пространстве. Линейные объекты и их представление. Однородные координаты. Динамика линейных объектов. Построение кривых на плоскости. Лемнискаты и их свойства. Методы построения лемнискат. Моделирование плоских линий. Полигональные сетки. Алгоритмы вычислительной геометрии	
3	Конформная геометрия	Движение плоскости. Стереографическая проекция и сфера Римана. Обратно пропорциональное отображение. Дробно-линейное отображение и его свойства. Дробно-линейные изоморфизм и автоморфизм. Конформные отображения. Конформные преобразования геометрических объектов	
4	Фрактальная геометрия	Конструктивные фракталы. Системы счисления. Решето Серпинского и фрактал Кантора. Кривая Коха. Общая схема построения конструктивных фракталов. Анализ конструктивных фракталов. Инвариантные преобразования: Поворот, сжатие (растяжение), поворот с растяжением, отражение. Общая схема построения фракталов используя преобразования	

5	Объемная графика (3D-графика)	Основные виды объектов: линии, поверхности, тела. Отображение трехмерных объектов на плоскость, проективные преобразования. Виды проекций. Матрицы аффинных и проективных преобразований. Простейшие объекты в 3D-пространстве. Построение изображений многогранников. Матрицы вершин и граней. Правильные многогранники, их виды. Построение платоновых тел. Операции вращения и переноса для платоновых тел. Объектно-ориентированный подход к реализации трехмерных многогранников	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Аффинные преобразования в 2D-пространстве	ЛР
2	Линейные объекты и их представление	ЛР
3	Однородные координаты	ЛР
4	Динамика линейных объектов	ЛР
5	Построение кривых на плоскости	ЛР
6	Лемнискаты и их свойства	ЛР
7	Методы построения лемнискат	ЛР
8	Моделирование плоских линий	ЛР
9	Полигональные сетки. Алгоритмы вычислительной геометрии	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Литература из основного и дополнительного списков
2	Подготовка к текущему контролю	Образцы программ по темам лабораторных занятий в электронном виде

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет.

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

1. Графические объекты, примитивы и их атрибуты, аналитическая модель;
2. Аффинные преобразования в 2D-пространстве;
3. Линейные объекты и их представление. Однородные координаты;
4. Построение кривых на плоскости. Лемнискаты и их свойства;
5. Моделирование плоских линий. Полигональные сетки;
6. Движение плоскости;
7. Стереографическая проекция и сфера Римана;
8. Обратно пропорциональное отображение;
9. Дробно-линейное отображение и его свойства;
10. Дробно-линейные изоморфизм и автоморфизм;
11. Конформные отображения. Конформные преобразования геометрических объектов;
12. Конструктивные фракталы;
13. Системы счисления;
14. Решето Серпинского и фрактал Кантора;
15. Кривая Коха;
16. Общая схема построения конструктивных фракталов;
17. Анализ конструктивных фракталов;
18. Инвариантные преобразования: Поворот, сжатие (растяжение), поворот с растяжением, отражение;
19. Общая схема построения фракталов используя преобразования;
20. Отображение трехмерных объектов на плоскость;
21. Проективные преобразования. Виды проекций;
22. Матрицы аффинных и проективных преобразований;
23. Простейшие объекты в 3D-пространстве;
24. Построение изображений многогранников. Матрицы вершин и граней;
25. Правильные многогранники, их виды;

26. Построение Платоновых тел. Операции вращения и переноса для Платоновых тел;
27. Объектно-ориентированный подход к реализации трехмерных многогранников.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Задание № 1. В MathCad создать анимацию на плоскости многоточечного объекта. 1.1) пользуясь операторами: поворота, переноса, сжатия; 1.2) используя комплексные числа и их арифметические операции. Многоточечные объекты для 1.1 буквы фамилии студента, для 1.2. буквы имени студента. Закон динамики букв задаётся самостоятельно.

Задание № 2. Построить фрактальную фигуру F_p порядка p с заданными: основой V и фрагментом U. Основа и фрагмент состоят из ломаных, заданных координатами точек: $V = \{(0,0), (0.5,0.85), (0,1), (0,0)\}$, $U = \{(0,0), (0.333, 0), (0.5,0.289), (0.667, 0), (0,1)\}$, $p = 6$.

Задание № 3. Для заданной функции

$$f(z) = \prod_{j=1}^{n} |z - z_j|^{a_j}$$

3.1) определить значения константы B, при которых кривая $F(x, y) = f(x + \mathrm{i}y) - B = 0$ односвязна и определить $B_2 = \inf_{B \in R}\{B\}$; 3.2) построить (по точечно) кривую (лемнискату), заданную неявно уравнением $F(x, y) = 0$ при $B = B_2$. 3.3) вычислить длину лемнискаты и площадь области, ограниченной лемнискатой.

Задание № 4. Построить дробно-линейное отображение, переводящее три заданные точки z_1, z_2, z_3 в три заданные точки w_1, w_2, w_3. 4.1) построить образ (по точечно) лемнискатного множества (определенного в задании 3); 4.2) построить образ фрактальной фигуры (определенной в задании 2).

Задание № 5. Сглаживание ломаной. Пусть задано множество точек $P = \{p_i\}_{i=1}^{n}$, определяющее замкнутую ломаную (например, контуры границы некоторой страны или какой либо фигуры). Построить гладкую кривую по заданным точкам.

Для получения зачёта студент должен выполнить и сдать преподавателю полученные практические семестровые задания.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Фракталы [Электронный ресурс] : 2018-07-12 / Е.А. Никулин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 100 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/107949

2. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 303 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84089

3. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Никулин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/108463

4. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90060

5. Никулин, Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Никулин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 708 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93702

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах.

5.2 Дополнительная литература:

1. Гумерова, Г.Х. Основы компьютерной графики : учебное пособие / Г.Х. Гумерова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1459-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258794

2. Колесниченко, Н.М. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / Н.М. Колесниченко, Н.Н. Черняева. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 237 с. : ил. – Библиогр.: с. 225 – 226. – ISBN 978-5-9729-0199-9 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493787

3. Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики : учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-2838-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364588

4. Компьютерная геометрия : практикум / А.О. Иванов, Д.П. Ильютко, Г.В. Носовский и др. ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 388 с. : ил.,табл., схем. - (Основы информатики и математики). - ISBN 978-5-9556-0117-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233999

5. Кузовлев, В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Кузовлев, Н.Г. Подаева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 208 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59618

6. Свешников, А.Г. Теория функций комплексной переменной : учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. - 6-е изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2010. - 334 с. - (Курс высшей математики и математической физики). - ISBN 978-5-9221-0133-2 (Вып. 5), 978-5-9221-0134-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75710

5.3. Периодические издания:

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Иванов А.О. Компьютерная геометрия [Электронный ресурс]: практикум / А.О. Иванов - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2010. - 211 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

2. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование [Электронныйресурс] : Учебное пособие / Н. Н. Голованов. - 1. - Москва : ООО "КУРС" ; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 400 с. - ISBN 978-5-905554-76-6 : Б. ц. http://znanium.com/go.php?id=520536

3. Никулин Е. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики [Электронный ресурс] / Е. Никулин. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. - 576 с. : ил. - ISBN 978-5-9775-1925-0 : Б. ц. http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9775-1925-0

4. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» http://e.lanbook.com.

5. Список литературы по MathCAD. Образовательный математический сайт: http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad_book.asp

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, рассматриваются основные приёмы решения задач и решаются примеры практических задач.

На лабораторных занятиях студенты, решая семестровые задания, приобретают практические навыки применения компьютерных пакетов, написания и отладки программ, программной реализации алгоритмов компьютерной графики.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование», во время которой студенты осуществляют проработку необходимого материала, используя литературу из основного и дополнительного списков, готовятся к текущему контролю, изучая примеры задач, рассмотренных на лекциях и на практических занятиях, и образцы программ по темам лабораторных занятий (выдаются студентам в электронном виде).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Освоение курса «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» предполагает теоретическое изучение компьютерных технологий и проведение практических занятий с использованием компьютера.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Пакет компьютерной (символьной) алгебры MATHCAD 14.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Очков В.Ф. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 369 с.
2. Мурашкин В. Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCAD: учебное пособие. – Самара: СГАСУ, 2011. – 84 с. - доступно: www.biblioclub.ru – Университетская библиотека ONLINE.
3. Список литературы по MathCAD. Образовательный математический сайт: http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad_book.asp.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная компьютерами для работы студентов и компьютером для преподавателя, подключенным к интерактивной доске.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Лаборатория, укомплектованная компьютерами для работы студентов и компьютером для преподавателя, подключенным к интерактивной доске.
4.	Самостоятельная работа	Лаборатория, укомплектованная компьютерами для работы студентов