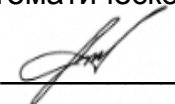


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
математического анализа


_____ А.Д. Баев
03.07.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.10 Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
02.03.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки/специализации:**
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра математического анализа
- 6. Составители программы:**
Найдюк Филипп Олегович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического анализа
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол №0500-07 от 03.07.2018г.
- 8. Учебный год:** 2018/2019 **Семестр(-ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Дисциплина компьютерная геометрия и геометрическое моделирование преследует следующие цели изучения:

- получение базовых знаний и формирование основных навыков по компьютерной геометрии и геометрическому моделированию, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности;
- развитие пространственно геометрического мышления;
- овладение математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями, необходимыми для решения прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами основными математическими методами компьютерной геометрии и геометрического моделирования;
- освоение современных информационных и компьютерных технологий для изображения и моделирования геометрических объектов;
- выработка умений решать типовые задачи с помощью программных продуктов на ЭВМ;
- использование технологий и компьютерных систем управления геометрическими объектами;
- формирование умений использовать математический аппарат для решения прикладных задач;
- приобретение навыков работы со специальной математической литературой.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» относится к учебным дисциплинам базовой части блока Б1 основной образовательной программы направления подготовки 02.03.01 – «Математика и компьютерные науки» (бакалавр).

Дисциплина «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» базируется на знаниях, полученных по математическому анализу, аналитической и дифференциальной геометрии, и их приложений в информатике и компьютерных науках.

Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки используются в рамках топологии и численных методов.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	способность к самоорганизации и к самообразованию	знать: - основные положения геометрического моделирования и элементов компьютерной геометрии; уметь: - решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; владеть: - математическим аппаратом;

ОПК-1	<p>готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - задачи построения кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; - основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения стандартных прикладных программ для ЭВМ в целях ускорения решения задач;
ОПК-2	<p>способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; - основы графических редакторов по работе с растровой и векторной графикой; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; - решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями в области геометрического моделирования для решения прикладных задач;
ОПК-3	<p>способность к самостоятельной научно-исследовательской работе</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; - основы графических редакторов по работе с растровой и векторной графикой; <p>уметь:</p>

		<p>- решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО;</p> <p>- решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО;</p> <p>владеть:</p> <p>- математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями в области геометрического моделирования для решения прикладных задач;</p>
--	--	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	По семестрам			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
Аудиторные занятия	36			36	
в том числе:	18			18	
лекции					
практические					
лабораторные	18			18	
СРС	45			45	
Контроль	27			27	
Итого:	108			108	

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лекции		
1.1	Математические основы геометрического моделирования	Описание геометрического объекта. Геометрические примитивы. Представление геометрического объекта с помощью геометрических примитивов. Геометрические объекты на плоскости и в пространстве. Математическая модель кривых линий и поверхностей. Описание количественных характеристик геометрических объектов.
1.2	Преобразования системы координат на плоскости	Преобразования декартовых прямоугольных координат: сдвиг, масштабирование, поворот, симметрия относительно линий. Преобразование компонент векторов на плоскости. Однородные координаты. Описание кривых линий на

		плоскости. Понятие обыкновенных и особых точек. Натуральная параметризация кривой. Кривизна кривой с натуральной параметризацией. Соприкасающаяся окружность. Эволюта и эвольвента. Теорема связи представлений эволюты и эвольвенты.
1.3	Преобразования системы координат в пространстве	Преобразования декартовых прямоугольных координат: сдвиг, масштабирование, поворот, симметрия относительно плоскостей. Преобразование компонент векторов в пространстве. Однородные координаты. Описание кривых линий в пространстве. Понятие обыкновенных и особых точек. Кручение и кривизна кривой с натуральной параметризацией. Сопровождающий трёхгранник. Формулы Френе-Серре. Вектор Дарбу. Описание геометрии поверхностей. Координатные линии поверхности. Моделирование поверхностей и тел. Поверхности Безье, поверхности Кунса, сплайновые поверхности.
1.4	Основы геометрического моделирования. Внутренняя геометрия поверхности	Первая квадратичная форма поверхности. Следствия первой геометрической формы поверхности. Вторая квадратичная форма поверхности. Деривационные формулы Вейнгартена.
1.5	Основы геометрического моделирования. Кривизна линий на поверхности	Нормальное сечение поверхности. Понятия кривизн поверхности: нормальная кривизна, геодезическая кривизна, средняя кривизна, гауссова кривизна. Теорема Менье. Формула Эйлера. Эллиптические, гиперболические и параболические точки поверхности. Третья квадратичная форма поверхности. Теорема связи коэффициентов квадратичных форм поверхности. Тензоры поверхности. Формулы Гаусса и Петерсона-Кодацци. Тензор Римана. Криволинейные координаты. Ковариантные и контравариантные компоненты метрического тензора. Символы Кристоффеля. Тензоры в криволинейных координатах.
1.6	Моделирование кривых линий	Понятие пространственной и двумерной кривой. Отрезок. Прямая линия. Плоские кривые. Кривые второго порядка. Характеристическое уравнение кривой. Моделирование кривых линий: сплайны и кривые Безье. Алгоритм Де-Кастелье. Рациональные кривые Безье.
Лабораторные работы		
2.1	Описание геометрического	Геометрические примитивы. Представление геометрического объекта с помощью

	объекта	геометрических примитивов. Геометрические объекты на плоскости и в пространстве. Математическая модель кривых линий и поверхностей. Описание количественных характеристик геометрических объектов.
2.2	Плоская графика: растровые графические системы	Знакомство с растровыми графическими технологиями. Способ хранения изображения. Преимущества и недостатки растрового представления графики. Понятие графического редактора. Основные сведения о графических редакторах: Paint, Adobe Photoshop, Gimp, Corel Painter, Pixia. Классификация растровых пакетов файлов. Создание и редактирование изображений в графических редакторах: Paint и Gimp. Средства рисования. Фильтры и инструменты. Создание простейшей анимации.
2.3	Плоская графика: векторные графические системы	Знакомство с векторными и гибридными графическими технологиями. Способ хранения изображения. Преимущества и недостатки векторного представления графики. Понятие графического редактора. Основные сведения о графических редакторах: InkScape, Corel Draw, OpenOffice Draw, Xara Photo & Graphic Designer. Создание и редактирование изображений. Средства рисования. Создание векторных объектов в графическом редакторе InkScape. Конструкторы кривых и поверхностей. Преобразования геометрических тел в среде графического редактора InkScape. Кривые Бернштейна-Безье.
2.4	Построение и анализ геометрических объектов по их основным характеристикам	Знакомство с системой компьютерной алгебры Maxima. Основной синтаксис языка Maxima. Решение простейших прикладных задач с помощью программирования в Maxima. Использование встроенных механизмов геометрического моделирования в Maxima. Геометрическое решение задач точными и приближенными методами в Maxima.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	СРС	Всего
01	Математические основы геометрического моделирования	1			2	3
02	Преобразования системы координат на плоскости	2		1	2	5
03	Преобразования системы координат в пространстве	2		1	2	5

04	Основы геометрического моделирования. Внутренняя геометрия поверхности	2			8	10
05	Основы геометрического моделирования. Кривизна линий на поверхности	4		2	5	11
06	Моделирование кривых линий	2		2	6	10
07	Описание геометрического объекта			2	2	4
08	Плоская графика: растровые графические системы	1		3	6	10
09	Плоская графика: векторные графические системы	1		3	6	10
10	Построение и анализ геометрических объектов по их основным характеристикам	3		4	6	13
Итого		18		18	45	81

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные и лабораторные занятия и сдать экзамен.

Указания для освоения теоретического и практического материала и сдачи экзамена:

1. Обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. Копирование (электронное) перечня вопросов к экзамену по дисциплине, а также списка рекомендованной литературы из рабочей программы дисциплины.

4. При подготовке к лабораторным занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

5. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, провести самостоятельный Интернет – поиск информации (видеофайлов, файлов-презентаций, файлов с учебными пособиями) по ключевым словам курса и ознакомиться с найденной информацией при подготовке к экзамену по дисциплине.

6. Студент допускается к сдаче экзамена, если имеет на руках конспект основного теоретического материала с разбором основных типовых задач, имеется зачёт по контрольной работе.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<u>Дегтярев, Владимир Михайлович</u> . Компьютерная геометрия и графика / В.М. Дегтярев .— М. : Академия, 2010 .— 191 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	<u>Никулин, Е.А.</u> Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е.А. Никулин .— СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2003 .— 550 с.
3	<u>Голованов, Н.Н.</u> Компьютерная геометрия / Н.Н. Голованов [и др.].— М.: Академия, 2006 .— 510 с.
4	<u>Голованов, Н.Н.</u> Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. – М.: Изд-во Физ.-мат. лит., 2002. – 472 с.
5	<u>Тихомиров, Ю.В.</u> Программирование трехмерной графики / Ю.Тихомиров.— СПб. : ВНУ, 2000 .— 245 с.
6	<u>Тихомиров, Юрий В.</u> Программирование трехмерной графики / Юрий Тихомиров .— 2-е изд. — СПб. : БХВ-Петербург, 2002 .— 304 с.
7	<u>Ласло, Майкл</u> . Вычислительная геометрия и компьютерная графика на С+ / М. Ласло ; Пер. с англ. В. Львова.— М.: БИНОМ, 1997 .— 301 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
8	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/)
9	Поисковые системы www.google.ru www.yandex.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

Курс дисциплины построен таким образом, чтобы позволить студентам проявить способность к самостоятельной работе. Для успешной самостоятельной работы предполагается интерактивный диалог с преподавателем, осуществляемый с помощью удаленной связи через интернет.

Самостоятельная работа студента-бакалавра, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый на лекции и в ходе лабораторных работ. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, уметь находить подходящие источники, творчески и критически перерабатывать информацию, научиться определять методы исследований.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Осуществляется интерактивная связь с преподавателем через сеть интернет, проводятся индивидуальные онлайн консультации.

Лабораторные работы осуществляются с использованием ЭВМ и прикладного ПО.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Компьютерные классы для выполнения индивидуальных заданий, оснащенные

лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением: Windows 7 или 10, Gimp, Paint, Inkscape.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-7: способность к самоорганизации и к самообразованию	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения геометрического моделирования и элементов компьютерной геометрии; 	<ul style="list-style-type: none"> - Математические основы геометрического моделирования; - Основы геометрического моделирования. 	Устный опрос
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; 	<ul style="list-style-type: none"> - Описание геометрического объекта. 	Устный опрос
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом; 	<ul style="list-style-type: none"> - Плоская графика: растровые графические системы; - Плоская графика: векторные графические системы. 	Устный опрос
ОПК-1: готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - задачи построения кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; - основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; 	<ul style="list-style-type: none"> - Математические основы геометрического моделирования; - Основы геометрического моделирования. 	Устный опрос
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать специальные типы задач геометрически 	<ul style="list-style-type: none"> - Преобразования системы координат на 	Устный опрос

уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО;	плоскости; - Преобразования системы координат в пространстве; - Построение и анализ геометрических объектов по их основным характеристикам.	
	владеть: - навыками применения стандартных прикладных программ для ЭВМ в целях ускорения решения задач;	- Математические основы геометрического моделирования.	Устный опрос
ОПК-2: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	знать: - основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; - основы графических редакторов по работе с растровой и векторной графикой;	- Математические основы геометрического моделирования	Устный опрос
	уметь: - решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; - решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО;	- Основы геометрического моделирования. Внутренняя геометрия поверхности; - Основы геометрического моделирования. Кривизна линий на поверхности.	Устный опрос
	владеть: - математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями в области геометрического моделирования для решения прикладных задач;	Построение и анализ геометрических объектов по их основным характеристикам	Контрольная работа
ОПК-3: способность	знать:	- Преобразования	Устный опрос

к самостоятельной научно-исследовательской работе	- основные теоремы о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; - основы графических редакторов по работе с растровой и векторной графикой;	системы координат на плоскости; - Преобразования системы координат в пространстве.	
	уметь: - решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; - решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО;	- Описание геометрического объекта; - Моделирование кривых линий.	Устный опрос
	владеть: - математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями в области геометрического моделирования для решения прикладных задач;	- Построение и анализ геометрических объектов по их основным характеристикам: - Основы геометрического моделирования; - Математические основы геометрического моделирования.	Контрольная работа

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации)

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- Знание основных положений геометрического моделирования и элементов компьютерной геометрии, задач построения кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; основных теорем о характеристиках кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве; основ графических редакторов по работе с растровой и векторной графикой.
- Умение решать основные типы задач на построение кривых и поверхностей на плоскости и в пространстве как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО; решать специальные типы задач геометрически как аналитически, так и с помощью ЭВМ, с использованием специального ПО.

- Владение математическим аппаратом, информационными и компьютерными технологиями в области геометрического моделирования для решения прикладных задач; навыками применения стандартных прикладных программ для ЭВМ в целях ускорения решения задач.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. Логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на все основные вопросы. Правильные и конкретные ответы на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень и выше порогового	Отлично
Твердые и достаточно полные знания программного материала, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений. Последовательные и правильные, но недостаточно развернутые ответы на основные вопросы. Правильные ответы на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень и выше порогового	Хорошо
Правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на основные вопросы. Наличие отдельных неточностей в ответах. В целом правильные ответы с небольшими неточностями на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Плохое владение материалом: ответ неверен, отсутствие ориентации в предмете, когда количество неправильных ответов превышает количество допустимых для положительной оценки.	Ниже порогового уровня	Неудовлетворительно

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень заданий проверки практических навыков

Вариант 1

Задание 1. В графическом редакторе Gimp на холсте размером 1024x768 построить объект, состоящий из геометрических



объектов: прямоугольники размером 500x400 (позиция 200x300), размером 130x250 (позиция 550x450), размером 250x200 (позиция 250x400), трапеция размером 40x100 (позиция 260x250 → 260x160 → 300x160 → 300x220), треугольник размером 450x100 (позиция 200x300 → 450x100 → 700x300).

Задание 2. В системе Maxima решить задачу Коши для дифференциального уравнения первого порядка и построить график:

$$\begin{cases} 2x + 2xy^2 + \sqrt{2-x^2} y' = 0 \\ y(1) = 0 \end{cases}$$

Задание 3. В системе Maxima численно решить задачу Коши для дифференциальной системы дифференциальных уравнений и представить решение в графическом виде:

$$\begin{cases} \frac{dC_a}{dt} = -0,1 \cdot C_a \\ \frac{dC_b}{dt} = 0,1 \cdot C_a - 0,5 \cdot C_b, \\ \frac{dC_c}{dt} = 0,5 \cdot C_b \end{cases}, \begin{cases} C_a(0) = 1 \\ C_b(0) = 0 \\ C_c(0) = 0 \end{cases}$$

Вариант 2

Задание 1. В графическом редакторе Inkscape на холсте построить объект, состоящий из геометрических объектов: пятиугольная звезда 400x400, приведённая в трёхмерный вид, и фигурный текст, оконтуренный по спирали (нелинейность 3, внутренний радиус 0,8).



Задание 2. В системе Maxima решить задачу Коши для дифференциального уравнения первого порядка и построить график:

$$\begin{cases} -\frac{y}{x} + y' = x^2 \\ y(1) = 0 \end{cases}$$

Задание 3. В системе Maxima численно решить задачу Коши для дифференциальной системы дифференциальных уравнений и представить решение в графическом виде:

$$\begin{cases} \frac{dY_0}{dt} = -3,5 \cdot Y_0 + Y_0^2 \cdot Y_1 + 1 \\ \frac{dY_1}{dt} = 2,5 \cdot Y_0 - Y_0^2 + 1 \end{cases}, \begin{cases} Y_0(0) = 1 \\ Y_1(0) = 1 \end{cases}$$

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие графического примитива
2. Преобразования координат точек в пространстве
3. Преобразования координат двумерных точек
4. Сдвиг и поворот точки в пространстве
5. Сдвиг и поворот в плоскости
6. Операция масштабирования и симметрии относительно плоскости
7. Операция масштабирования в плоскости и симметрии относительно линии

8. Кривая. Параметризация кривой. Натуральная параметризация
9. Сопровождающий трёхгранник. Формулы Френе-Серре
10. Кривизна кривой. Понятие соприкасающейся окружности
11. Кручение кривой. Вектор Дарбу
12. Теорема о характеристике кривой по параметрам кривизны и кручения
13. Двумерная кривая. Понятие эволюты и эвольвенты
14. Поверхность. Параметризация поверхности. Координатные линии поверхности
15. Первая квадратичная форма поверхности. Геометрически смысл
16. Вторая квадратичная форма поверхности. Геометрически смысл
17. Девивационные формулы Вейнгартена
18. Теорема Менье
19. Понятие главных кривизн поверхности
20. Виды кривизн поверхности. Основное свойство главных кривизн поверхности
21. Классификация точек поверхности
22. Третья квадратичная форма поверхности. Геометрически смысл
23. Формула связи квадратичных форм
24. Классификация графических редакторов
25. Преимущества и недостатки растровой графики
26. Преимущества и недостатки векторной графики
27. Основные форматы растровой графики
28. Система компьютерной алгебры – Maxima (основной синтаксис)
29. Элементарные функции системы компьютерной алгебры – Maxima
30. Способы построения решений ДУ или функций в геометрическом виде в системе компьютерной алгебры – Maxima

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в форме письменно-устного опроса (индивидуального).

Промежуточная аттестация включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и защиту контрольной работы, позволяющую оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.