



ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от « 17 » апреля 20 20 г. № 9  
Зав. кафедрой  / С.И. Спивак

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
 / А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование  
(наименование дисциплины)

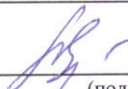
Часть, формируемая участниками образовательных отношений  
(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки  
"Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация  
бакалавр  
(указывается квалификация)

<p>Разработчик (составитель) <u>доцент каф. математического моделирования, к.ф.-м.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p><u></u> / <u>А.М. Ефимов</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
---	---

Для приема: 2020 г.

Уфа 20 20 г.

Составитель / составители: доц. каф. матем. моделирования А.М. Ефимов

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол от « 17 » апреля 20 20 г. № 9

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-3. Способен использовать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений	ПК-3.1. Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.	Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.
ПК-3.2. Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.		Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	
ПК-3.3. Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.		Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	
	ПК-4. Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	ПК-4.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.
ПК-4.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.		Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	
ПК-4.3. Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.		Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» является дисциплиной по выбору в части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3-ом курсе во 2-ом семестре.

Цели изучения дисциплины: приобретение фундаментальных и прикладных знаний в области компьютерной геометрии, выработка умений построения и исследования геометрических моделей объектов и процессов, привитие навыков использования графических информационных технологий, двух- и трехмерного геометрического и виртуального моделирования для компьютерного моделирования в науке и технике, создания графических информационных ресурсов и систем во всех предметных областях.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: алгебра и геометрия, математический анализ, дифференциальная геометрия и дифференциальные уравнения, языки и методы программирования.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

#### Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: ПК-3. Способен использовать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
<i>ПК-3.1. Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в</i>	<i>Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и</i>	<i>Фрагментарные представления об основных концептуальных положениях функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методах, способах и средствах разработки программ в</i>	<i>Неполные представления об основных концептуальных положениях функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методах, способах и средствах разработки программ в</i>	<i>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных концептуальных положениях функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методах,</i>	<i>Сформированные систематические представления об основных концептуальных положениях функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования</i>

<i>рамках этих направлений.</i>	<i>средства разработки программ в рамках этих направлений.</i>	рамках этих направлений.	рамках этих направлений.	способах и средствах разработки программ в рамках этих направлений.	ния, методах, способах и средствах разработки программ в рамках этих направлений.
<i>ПК-3.2. Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	<i>Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	Фрагментарные умения программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	В целом успешное, но не систематическое умение программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	Сформированное умение программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.
<i>ПК-3.3. Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	<i>Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	Фрагментарное владение способностью разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	В целом успешное, но не систематическое применение способности разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение способности разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.	Успешное и систематическое применение способности разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.

Код и формулировка компетенции: ПК-4. Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		<b>2 («Не удовлетворительно»)</b>	<b>3 («Удовлетворительно»)</b>	<b>4 («Хорошо»)</b>	<b>5 («Отлично»)</b>
<i>ПК-4.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных</i>	<i>Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков</i>	Фрагментарные представления о современных методах разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных	Неполные представления о современных методах разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных методах разработки и реализации алгоритмов	Сформированные систематические представления о современных методах разработки и реализации алгоритмов математически

<i>программ моделирования.</i>	<i>и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	программ моделирования.	программ моделирования.	математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	х моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.
<i>ПК-4.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	<i>Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	Фрагментарные умения разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Сформированное умение разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.
<i>ПК-4.3. Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	<i>Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	Фрагментарное владение способностью разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	В целом успешное, но не систематическое применение способности разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение способности разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Успешное и систематическое применение способности разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
<i>ПК-3.1. Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.</i>	<i>Знает основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.</i>	Индивидуальный, групповой опрос; контрольная работа, собеседование
<i>ПК-4.1. Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов</i>	<i>Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов</i>	

<i>прикладных программ моделирования.</i>	<i>прикладных программ моделирования.</i>	
<i>ПК-3.2. Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	<i>Умеет программировать в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование
<i>ПК-4.2. Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	<i>Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	
<i>ПК-3.3. Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	<i>Имеет практический опыт разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования.</i>	Практическое задание, РГР; экзамен
<i>ПК-4.3. Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	<i>Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.</i>	

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

### Рейтинг-план дисциплины

#### Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

курс 3, семестр 2(6)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
Тема 1: Геометрические объекты Тема 2: Координатный метод в компьютерной графике Тема 3: Методы построения кривых Тема 4: Методы построения поверхностей			<b>0</b>	<b>35</b>



<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (индивидуальный, групповой опрос; собеседование)	5	4		<b>20</b>
2. Тестовый контроль				
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Зачетные лабораторные работы	5	3		<b>15</b>
<b>Модуль 2.</b>				
<i>Тема 5: Операции над кривыми и поверхностями</i>				
<i>Тема 6: Геометрическое и виртуальное моделирование</i>			<b>0</b>	<b>35</b>
<i>Тема 7: Моделирование тел</i>				
<i>Тема 8: Вычисление геометрических характеристик</i>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (индивидуальный, групповой опрос; собеседование)	5	4		<b>20</b>
2. Тестовый контроль				
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Зачетные лабораторные работы	5	3		<b>15</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов	10	1	<b>0</b>	<b>10</b>
2. Публикация статей				
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				
2. Экзамен				<b>30</b>

Содержание разделов учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Геометрические объекты	Описание геометрических объектов. Преобразование декартовых прямоугольных координат. Модификации векторов и точек. Однородные координаты. Геометрия кривых линий. Геометрия двумерных кривых. Геометрия поверхностей. Кривизна линий на поверхности. Тензоры поверхности. Криволинейные координаты. Тензоры в криволинейных координатах. Ортогональные криволинейные координаты. Математическая модель геометрии объектов.
2	Координатный метод в компьютерной графике	Двумерные преобразования координат. Однородные координаты. Перенос, поворот вокруг произвольной точки, отражение. Интерпретация однородных координат проецированием. Трехмерное аффинное преобразование. Повороты вокруг координатных осей. Отражения относительно координатных плоскостей. Перенос. Композиция преобразований. Обобщенная матрица аффинных преобразований. Проекции. Параллельные проекции. Параллельная и линейная перспектива. Матрица проективного преобразования. Матрицы изометрии и диметрии. Аксонометрическая проекция, диметрия, изометрия. Косоугольные проекции (свободная, кабинетная). Перспективная проекция (одноточечная, двухточечная, трехточечная). Полнос и точки схода. Приведение к экрану. Нелинейная перспектива.
3	Методы построения кривых	Математическая модель кривых линий. Плоские и пространственные кривые. Аппроксимация и интерполяция кривых. Интерполяция Лагранжа и Эрмита. Интерполяция Кунса. Аналитические линии. Кривые второго порядка. Сплайны. Кривые Безье. Представление кривых второго порядка кривыми Безье. Рациональные кривые. В-сплайны. NURBS кривые. Линии, базирующиеся на линиях. Составные кривые. Двухмерные кривые. Способы построения линий.
4	Методы построения поверхностей	Поверхности. Линейчатые, билинейные и бикубические поверхности. Сплайн-интерполяция поверхностей. Аппроксимация и интерполяция поверхностей (метод Кунса, поверхности тензорного произведения (Безье, В-сплайны и др.)). Составные поверхности. Математическая модель поверхностей. Аналитические поверхности. Поверхности второго порядка. Поверхности движения. Линейчатые поверхности. Поверхности Кунса. Сплайновые поверхности. Поверхности Безье. Рациональные поверхности. NURBS поверхности. Поверхности треугольной формы. Треугольные поверхности Безье. Треугольные сплайновые поверхности. Поверхности, базирующиеся на поверхностях. Ограниченные контурами поверхности. Способы построения поверхностей.

5	Операции над кривыми и поверхностями	Выполнение операций. Движение по параметрической области. Решение системы нелинейных уравнений. Решение системы линейных уравнений. Проекция точки на линию. Проекция точки на поверхность. Определение точек пересечения линии и поверхности. Определение точек пересечения линий. Построение линий пересечения поверхностей. Поверхность скругления. Поверхность фаски. Определение точек пересечения трех поверхностей. Точность выполнения операций.
6	Геометрическое и виртуальное моделирование	Геометрическое и виртуальное моделирование. Понятие геометрической модели. Основные виды моделей. 2D и 3D модели. Требования к трехмерному моделированию. Каркасное моделирование. Ограничения каркасных моделей. Поверхностное моделирование. Типы поверхностей. Преимущества и недостатки поверхностного моделирования. Твердотельное моделирование. Методы представления твердотельных моделей. Понятие о виртуальных моделях. Конструктивная геометрия
7	Моделирование тел	Математическая модель тел. Простейшие тела. Тела, полученные движением плоского контура. Построение тела по плоским сечениям. Тело в форме листа. Булевы операции над телами. Резка тела поверхностью. Построение симметричного тела. Построение эквидистантной оболочки тела. Построение тонкостенного тела. Скругление ребер тела. Построение фасок ребер тела. Некоторые способы построения тел. Последовательность моделирования тел.
8	Вычисление геометрических характеристик	Возможности геометрической модели. Криволинейные интегралы. Геометрические характеристики плоских сечений. Длина и центр масс кривой линии. Поверхностные интегралы. Площадь поверхности, объем и центр масс тела. Моменты инерции тела. Решение кубического уравнения. Квадратурные формулы. Кубатурные формулы. Разбиение поверхностей при интегрировании.

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: билет состоит из трех вопросов, два из них по теоретической части, один – задача по одной из тем дисциплины.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Описание геометрических объектов.
2. Преобразование декартовых прямоугольных координат. Модификации векторов и точек. Однородные координаты.
3. Геометрия кривых линий. Геометрия двумерных кривых.
4. Геометрия поверхностей. Кривизна линий на поверхности.
5. Тензоры поверхности. Криволинейные координаты. Тензоры в криволинейных координатах. Ортогональные криволинейные координаты.
6. Математическая модель геометрии объектов.
7. Двумерные преобразования координат. Однородные координаты. Перенос, поворот вокруг произвольной точки, отражение. Интерпретация однородных координат проецированием.

8. Трехмерное аффинное преобразование. Повороты вокруг координатных осей. Отражения относительно координатных плоскостей. Перенос. Композиция преобразований. Обобщенная матрица аффинных преобразований.
9. Проекции.
10. Математическая модель кривых линий.
11. Аппроксимация и интерполяция кривых.
12. Кривые второго порядка.
13. Поверхности.
14. Математическая модель поверхностей.
15. Поверхности второго порядка.
16. Сплайновые поверхности. Поверхности Безье. NURBS поверхности.
17. Способы построения поверхностей.
18. Выполнение операций. Движение по параметрической области.
19. Проекция точки на линию. Проекция точки на поверхность. Определение точек пересечения линии и поверхности. Определение точек пересечения линий. Построение линий пересечения поверхностей.
20. Поверхность скругления. Поверхность фаски. Определение точек пересечения трех поверхностей.
21. Геометрическое и виртуальное моделирование.
22. Каркасное моделирование.
23. Поверхностное моделирование.
24. Топологические объекты.
25. Твердотельное моделирование.
26. Понятие о виртуальных моделях. Построение моделей сложных геометрических объектов.
27. Моделирование тел.
28. Вычисление геометрических характеристик.
29. Алгоритмические основы компьютерной графики.
30. Представление данных. Преобразования в двумерном пространстве.
31. Представление данных. Преобразования в трехмерном пространстве.
32. Аффинное проецирование.
33. Перспективное проецирование.
34. Стереографическая и специальные перспективные проекции.
35. Математические тесты.
36. Математические отношения объектов.
37. Масштабирование в окне.
38. Нахождение параметров плоскости.
39. Организация ресурсов памяти в компьютерной графике.
40. Аппаратные решения в компьютерной графике.
41. Физические принципы графических компьютерных устройств.
42. Аппроксимация непрерывного пространства в дискретной реализации.
43. Геометрическое сглаживание B-сплайнами.
44. Построение реалистических изображений методами фрактальной геометрии.
45. Понятие размерности пространства.
46. Топология пространственных фигур в пространстве.
47. Искривленность пространства.
48. Заполненность пространства.
49. Психофизиологические аспекты восприятия пространства и воспроизведения его на плоскости.
50. Алгоритмические тесты.
51. Методы удаления невидимых линий. Метод плавающего горизонта.
52. Методы удаления невидимых линий. Метод z-буфера.
53. Разбиение фигур.

54. Методы удаления невидимых линий. Алгоритм художника.
55. Психофизиологические аспекты восприятия цвета и света.
56. Диффузное отражение.
57. Зеркальное отражение.
58. Аппроксимация света на модели Фонга.
59. Прозрачность и тени.
60. Модели цвета.

Вопросы и задачи по практической части:

1. Базовые растровые алгоритмы.
2. Алгоритмы вывода прямой линии. Прямое вычисление координат.
3. Алгоритмы вывода прямой линии. Инкрементный алгоритм Брезенхэма для вывода отрезка прямой линии.
4. Алгоритм Брезенхэма для вывода окружности.
5. Алгоритм Брезенхэма для вывода эллипса.
6. Алгоритмы закрашивания. Задача графического вывода фигур.
7. Алгоритмы закрашивания. Простейший алгоритм закрашивания. Алгоритм закрашивания линиями.
8. Алгоритмы закрашивания. Волновой алгоритм закрашивания.
9. Алгоритмы заполнения, использующие математическое описание контура. Заполнение прямоугольника. Заполнение круга.
10. Алгоритмы заполнения, использующие математическое описание контура. Заполнение полигона.
11. Аналитическая модель описания поверхности. Положительные черты. Недостатки.
12. Векторная полигональная модель описания поверхности. Положительные черты. Недостатки.
13. Воксельная модель описания поверхности. Положительные черты. Недостатки.
14. Моделирование поверхности с помощью равномерной сетки. Положительные черты. Недостатки.
15. Моделирование поверхности с помощью неравномерной сетки. Понятие изолиний. Положительные черты. Недостатки.
16. Визуализация объемных изображений. Способы визуализации. Каркасная визуализация.
17. Показ с удалением невидимых точек методом сортировки граней по глубине.
18. Показ с удалением невидимых точек методом плавающего горизонта.
19. Показ с удалением невидимых точек методом Z-буфера.
20. Показ с удалением невидимых точек на основе алгоритма Робертса.
21. Показ с удалением невидимых точек на основе алгоритма художника.
22. Закрашивание поверхностей. Зеркальное отражение.
23. Закрашивание поверхностей. Диффузное отражение.
24. Закрашивание поверхностей методом Гуро.
25. Закрашивание поверхностей методом Фонга.
26. Метод прямой трассировки лучей. Недостатки.
27. Метод обратной трассировки лучей. Положительные черты, недостатки.

## Образец экзаменационного билета:

### ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
дисциплина: «*Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование*»  
II (6) сем. 20\_\_ - \_\_ учебного года

#### Экзаменационный билет № 0

1. Геометрия кривых линий. Геометрия двухмерных кривых.
2. Методы удаления невидимых линий. Метод плавающего горизонта.
3. Закрашивание поверхностей методом Фонга.

Заведующий кафедрой математического моделирования

д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_ С.И. Спивак.

#### Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### Вопросы для индивидуального, группового опроса, собеседования

соответствуют тематике занятий и совпадают с соответствующим вопросом экзамена.

#### Критерии оценки (в баллах):

- **5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **3 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-2 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Задания для лабораторных работ

Лабораторные работы предназначены для усвоения обучаемым основ алгоритмизации, навыкам построения графических инструментов. Работы выполняются на языках программирования. В случае выбора другого языка учащемуся следует иметь в виду, что объем проектирования должен соответствовать расчетному.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	1	Изучение основ интерактивного интерфейса. Построение конструктора графических объектов.
2	1	Проектирование базовых операций над графическими объектами.
3	1	Методы преобразований двумерных графических объектов, связанных с их перемещением и деформацией, приобретение навыков использования средств преобразований при составлении графических программ.
4	2	Компьютерная геометрия. Двумерные преобразования (перенос, изменение масштаба, отображение относительно осей и начала координат) с использованием матриц размером $2 \times 2$ . Двумерные преобразования. Поворот относительно начала координат. Двумерные преобразования. Однородные координаты. Нормализация. Геометрическое представление однородных координат. Матрица двумерных преобразований общего вида для работы с однородными координатами. Значение каждой из компонент матрицы. Композиция двумерных преобразований. Поворот вокруг произвольной точки. Отражение относительно произвольной оси. Формирование трехмерного вида с различным разрешением с перемещающейся точки взгляда в трехмерном пространстве.
5	3	Математическая модель поверхностей. Аналитические поверхности. Поверхности второго порядка. Поверхности движения. Линейчатые поверхности. Поверхности Кунса. Сплайновые поверхности. Поверхности Безье. Рациональные поверхности. NURBS поверхности. Поверхности треугольной формы. Треугольные поверхности Безье
6	3	Моделирование движения тел в среде с учетом трения
7	4	Математическая модель тел. Простейшие тела. Тела, полученные движением плоского контура. Построение тела по плоским сечениям. Тело в форме листа. Булевы операции над телами. Резка тела

		поверхностью. Построение симметричного тела. Построение эквидистантной оболочки тела. Построение тонкостенного тела.
8	4	Диффузное отражение. Модель освещения с учетом диффузного отражения и рассеянного света. Зеркальное отражение. Модель освещения с учетом зеркального отражения света. Простая модель освещения.
9	5	Взаимодействие источника света и трехмерного объекта. Определение нормали к поверхности. Определение вектора отражения. Закраска методом гуро. Закраска Фонга. Простая модель освещения со специальными эффектами. Более полная модель освещения. Прозрачность. Тени. Фактура. Глобальная модель освещения с трассировкой лучей
10	5	Формирование среды (туман, пламя, снег, салют, облака, видеоэффекты, дождь, вода, смывка и так далее) и взаимодействие ее с битовой картой.
11	6	Построение изображения поверхности функции $z = f(x, y)$ .
12	6	Преобразования изображений в компьютерной графике.
13	7	Выборка изображений. Интерполяция. Элементы фрактальной геометрии.
14	7	Представление пространственных форм. Полигональная сетка. Способы описания полигональных сеток
15	8	Трехмерные алгоритмы отсечения.
16	8	Алгоритм "Цифровой дифференциальный анализатор". Алгоритм Брезенхема рисования отрезков. Алгоритм Брезенхема рисования окружности. Алгоритм Брезенхема рисования дуги. Построчный алгоритм заполнения с затравкой. алгоритм двумерного внутреннего отсечения Сазерленда-Козна. простейшие двумерные преобразования. Фракталы. Кривая Безье.
17	8	Построение реалистичных изображений. Простая модель освещения. Определение нормали к поверхности. Определение вектора отражения. Закраска методом гуро. Закраска Фонга. Простая модель освещения со специальными эффектами. Более полная модель освещения. Прозрачность. Тени. Фактура. Глобальная модель освещения с трассировкой лучей

### Критерии оценки (в баллах):

- **5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **3 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-2 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается



отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. В. М. Дегтярев, *Компьютерная геометрия и графика*. М.: Издательский центр «Академия», 2010, 2013.
2. Н. Н. Голованов, Д. П. Ильютко, Г. В. Носовский, А. Т. Фоменко, *Компьютерная геометрия. Университетский учебник* М.: Издательский центр «Академия», 2006.

#### Дополнительная литература:

3. Н.Н. Голованов, *Геометрическое моделирование* – М., Инфра-М, 2018.
4. Л.А. Сиденко, *Компьютерная графика и геометрическое моделирование* – СПб., Питер, 2009

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Открытый образовательный видеопортал UniverTV.ru. Образовательные фильмы на различные темы. Лекции в ведущих российских и зарубежных вузах. Научная конференция или научно-популярная лекция по интересующему вас вопросу. <http://univertv.ru/video/matematika/>
- Общероссийский математический портал. <http://www.mathnet.ru>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- ЭБС издательства «Лань»;
- ЭБС «Электронный читальный зал»;
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
- Computational Knowledge Engine, <http://www.wolframalpha.com/>
- Wolfram Programming Cloud (Облако Программирования Wolfram), <http://www.wolframcloud.com/>
- Документация системы Wolfram Mathematica: <http://www.wolfram.com/mathematica/features/>
- *Wolfram Mathematica, Русскоязычная поддержка*, <http://www.math-life.com/mathematica/>
- А.О. Иванов, Д.П. Ильютко, Г.В. Носовский, А.А. Тужилин, А.Т. Фоменко. *Практикум по компьютерной геометрии*, ИНТУИТ.ру, <http://www.intuit.ru/studies/courses/645/501/info>
- Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
- Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
- Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).
- AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 520а (физико-математический корпус - учебное), № 521 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 522 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 524 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 525 (физико-математический корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 520а (физико-математический корпус - учебное), № 521 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 522 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 524 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 525 (физико-математический корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 520а (физико-математический корпус - учебное), № 521 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 522 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 524 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 525 (физико-математический корпус - учебное)</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 501</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер LogitechWirelessPresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304</p> <p align="center"><b>Аудитория №531</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32.</p> <p align="center"><b>Аудитория №426</b> Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTWP-065442-G-GY</p> <p align="center"><b>Аудитория №520а</b> Учебная мебель, доска, монитор LG 19 L1942S SF 1280 x 1024,5ms,8000:1,black (3,4 кг,VGA,19"(48,3см)5mc, мониторы LG 19" L1942SBF 1280x1024,5ms,8000:1,black 10 шт., системный блок HPPavilionSlimlineS3500FAMDAthlon64 X2 5400+/2.8GHz,4Gb,500Gb 12шт.,доска аудитор. ДА36.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 521</b> Учебная мебель, доска, коммутатор HP V1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000 персональные компьютеры в комплекте DEPO Neos 460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G/DVD W – 12 шт., проектор Optoma EX542i.DLP3D.XGA(1024*768).2700 ANSI Lm.3000 1.Lamp5000+/-40 ver, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, экран на штативе DraperDiplomat (1:1) 84/84* 213*213 MW, доска аудитор. ДА36.</p> <p align="center"><b>Аудитория №522</b> Учебная мебель, доска, персональный компьютер LenovoThinkCentre A70z IntelPentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер LessarLS/LU-H24KB2.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 524</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, коммутатор HP V1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000,</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).</p> <p>4. AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.</p>

<p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b>  аудитория № 426 (физико-математический корпус - учебное), читальный зал №2 (физико-математический корпус - учебное)</p> <p><b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b>  аудитория № 522 (физмат корпус - учебное)</p>	<p>персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 eu – 27 шт., экран ScreeMedia Golgview 274*206 NW 4:3, универсальное потолочное крепление ScreeMedia для проектора, регулировка высоты, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, патч-корд (1296), доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория № 525</b>  Учебная мебель, доска, персональные компьютеры в комплекте DEPO Neos 460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G/DVDW/ - 13 шт., доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Читальный зал №2</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	
--	--	--

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование на 6 семестр  
(наименование дисциплины)

очная  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 / 144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33,2
лекций	8
практических/ семинарских	
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	76
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Форма(ы) контроля:

    экзамен 6 семестр

    зачет \_\_\_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Геометрические объекты	1		3	9	[1-2]	[3-4]	Лабораторные работы
2.	Координатный метод в компьютерной графике	1		3	10	[1-2]	[3-4]	
3.	Методы построения кривых	1		3	9	[1-2]	[3-4]	
4.	Методы построения поверхностей	1		3	10	[1-2]	[3-4]	
5.	Операции над кривыми и поверхностями	1		3	9	[1-2]	[3-4]	Лабораторные работы
6.	Геометрическое и виртуальное моделирование	1		3	10	[1-2]	[3-4]	
7.	Моделирование тел	1		3	9	[1-2]	[3-4]	
8.	Вычисление геометрических характеристик	1		3	10	[1-2]	[3-4]	
	<b>Всего часов:</b>	8		24	76			