



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Факультет информатики и информационных технологий*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Компьютерная геометрия и графика**

Кафедра Информатики и информационных технологий

#### **Образовательная программа**

09.03.02 Информационные системы и технологии

#### **Профиль программы**

Общий

#### **Уровень высшего образования**

*бакалавриат*

#### **Форма обучения**

Очная

**Статус дисциплины:** входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Компьютерная геометрия и графика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» (уровень бакалавриата)

от «19» 09 2017г. №926.

Разработчик: каф. информатики и информационных технологий  
Гаджиев А.М., кандидат физ. – мат. наук, доцент.



Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры информатики и информационных технологий

от « 12 » 03 \_\_\_2020г.      протокол № 8

Зав. кафедрой  Ахмедов С.А.

(подпись)

На заседании Методической комиссии факультета Информатики и информационных технологий от

« 13 » 03 \_\_\_2020 г.,      протокол № 8

Председатель  Ахмедова З.Х.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 16 » 03 2020 г.



(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Компьютерная геометрия и графика входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений; образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Дисциплина реализуется на факультете Информатики и информационных технологий кафедрой Информатики и информационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современных информационных технологий, построения, представления, обработки графической информации. Служит, прежде всего, для формирования определенного мировоззрения в информационной сфере и освоения информационной культуры, т.е. умения целенаправленно работать с графической информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных –ОПК-1, ОПК-3, профессиональных - ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий:

лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы промежуточный контроль и в форме зачета

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекции и	Лаборато рные занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
4	72	32	16	16				40	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Компьютерная геометрия и графика являются подготовка бакалавров к эффективному использованию компьютерных графических систем и технологий в будущей профессиональной деятельности. Студенты факультета информатики и информационных технологий, помимо общей информационной культуры должны иметь базовые знания о процессах представления и отображения графической информации, о технических и программных средствах реализации информационных процессов. В качестве базового программного комплекса принято использовать учебные модули по изучению компьютерной геометрии и графики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Компьютерная геометрия и графика входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**.

Курс Компьютерная геометрия и графика предусмотрен Федеральным государственным общеобразовательным стандартом высшего образования РФ и предназначен для бакалавров, обучающихся по направлению **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**. Дисциплина компьютерная геометрия и графика относится к блоку Математических и естественнонаучных дисциплин, базовой части. Общая трудоемкость курса 72 часов, в том числе аудиторных занятий – 32 часа. Аудиторные занятия включают в себя лекции и лабораторные занятия, консультации и контроль самостоятельной работы. Самостоятельная работа (40 часов) студентов состоит в самостоятельном изучении отдельных тем по учебной программе. Письменные лабораторные занятия и самостоятельная работа оцениваются и комментируются по мере выполнения. Чтение курса планируется в один семестр - 4.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
---	---	---------------------

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.
	ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
	ОПК-1.3. Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	ОПК-6.1. Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
	ОПК-6.2. Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ	Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ.
	ОПК-6.3. Имеет навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	Имеет навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.
ПК-5. Способность готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-	ПК-5.1. Знает современные программные продукты по подготовке презентаций и оформлению научно-технических отчетов	Знает современные программные продукты по подготовке презентаций и оформлению научно-технических отчетов
	ПК-5.2. Умеет готовить презентации и оформлять научные отчеты	Умеет готовить презентации и оформлять научные отчеты
	ПК-5.3. Имеет навыки по подготовке статей и докладов на научно-технических конференциях	Имеет навыки по подготовке статей и докладов на научно-технических конференциях

технических конференциях		
--------------------------	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабор.	КСР	Самостоятельная работа	
<b>Модуль 1. Общее введение в компьютерную графику, Представление графической информации в компьютере</b>								
1	Общее введение в компьютерную графику. Этапы построения изображений на экране монитора компьютера. Геометрические примитивы	4		1	0		2	Контрольная работа
2	Геометрические преобразования преобразований с помощью матриц.	4		4	4		6	Проверка домашнего задания, лабораторных работ
3	Растровая векторная и фрактальная графика. Популярные графические пакеты прикладных программ. Adobe Photoshop, Corel DRAW			4	4		6	Проверка домашнего задания, лабораторных работ
4	Цвет в компьютерной графике. Цветовые модели.	4		2	0		2	Проверка домашнего задания
5	Способы хранения графической информации в компьютере. Типы графических файлов, графические форматы			1	0		4	Проверка домашнего задания
	Итого за модуль			8	8		20	36
<b>Модуль 2. Этапы формирования изображения в графических системах</b>								
6	Растровое преобразование графических примитивов. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности и эллипса.	4		1	2		1	Проверка домашнего задания, лабораторных работ
7	Алгоритмы заполнения внутренних областей: алгоритмы растровой развертки и алгоритмы затравочного заполнения			1	2		1	Проверка домашнего задания, лабораторных работ
8	Отсечение (клиппирование) Особенности реализации внешнего и комбинированного отсечений	4		1	0		2	Проверка домашнего задания

9	Удаление невидимых линий Удаление не лицевых граней многогранника.	4		1	0		2	Проверка домашнего задания.
10	Построение реалистических изображений. Модели освещения. Закраска граней.	4		2	0		2	Контрольная работа
11	Компьютерное зрение	4		2	4		2	Контрольная работа, модуль
	Итого за модуль			8	8		20	36
	<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>	<b>72</b>

#### 4.2.1.1. Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
<i>Модуль 1. Введение в информационные технологии</i>						
1	Общее введение в компьютерную графику. Этапы построения изображений на экране монитора компьютера. Геометрические примитивы	2	Краткая история развития компьютерной графики. Технические средства поддержки компьютерной графики. Этапы построения изображений на экране монитора компьютера. Геометрические примитивы	ОПК-1, ПК - 5	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	модульное, проблемное, практикоориентированное
2	Геометрические преобразования преобразований с помощью матриц.	2	Пространственные преобразования. Матрицы двумерных и пространственных преобразований (Локальное масштабирование, Симметричное отражение, Сдвиги, Поворот, Перемещения, Проецирование в однородных координатах, Общее масштабирование, Параллельное ортогографическое проецирование на координатную плоскость). Задание геометрических преобразований с помощью матриц.			
3	Растровая векторная и фрактальная	2	Растровое представление графической информации. Векторное			

	<p>графика. Популярны графические пакеты прикладных программ. Adobe Photoshop, Corel DRAW</p>		<p>представление графической информации. Фрактальное представление графической информации. Популярны графические пакеты прикладных программ. Adobe Photoshop, Corel DRAW</p>		<p>подготовке презентаций и оформлению науднотехнических отчетов Умеет готовить презентации и оформлять научные отчеты Имеет навыки по подготовке статей и докладов на научно-технических конференциях</p>	
4	<p>Цвет в компьютерной графике. Цветовые модели.</p>		<p>О природе света и цвета. Цветовые модели: RGB; Субтрактивные цветовые модели CMY и CMYK; Цветовой график MКО; Цветовая модель HSB; Цветовая модель Lab; Цветовые модели HSV и HLS; Другие цветовые модели. Преобразование цветовых моделей.</p>			
5	<p>Способы хранения графической информации в компьютере. Типы графических файлов, графические форматы</p>		<p>Конфигурации файлов изображения. Типы графических файлов, графические форматы.</p>			
<i>Модуль 2. Технологии программирования</i>						
6	<p>Растровое преобразование графических примитивов. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности и эллипса.</p>	2	<p>Растровое преобразование графических примитивов. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности и эллипса.</p>	ОПК-6	<p>Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов,</p>	<p>модульное, проблемное, практическое</p>
7	<p>Алгоритмы заполнения внутренних областей: алгоритмы растровой</p>	2	<p>Алгоритмы заполнения внутренних областей: алгоритмы растровой развертки и алгоритмы затравочного заполнения.</p>			

	развертки и алгоритмы затравочного заполнения				решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. Имеет навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.
8	Отсечение (клиппирование) Особенности и реализации внешнего и комбинированного отсечений	2	Отсечение (клиппирование) Алгоритм двумерного отсечения Сазерленда-Козна, Алгоритм трехмерного отсечения Сазерленда-Козна, Алгоритм двумерного отсечения Кируса-Бека, Алгоритм трехмерного отсечения Кируса-Бека, Особенности реализации внешнего и комбинированного отсечений.		
9	Удаление невидимых линий Удаление нелицевых граней многогранника.		Алгоритм Робертса; Алгоритмы Варнака; Вейлера — Азертон; Метод Z-буфера. Методы приоритетов (художника, плавающего горизонта). Алгоритмы построчного сканирования для криволинейных поверхностей. Метод двоичного разбиения пространства Алгоритм трассировки лучей.		
10	Построение реалистичных изображений. Модели освещения. Закраска граней.		Модели освещения. Закраска граней: плоское закрашивание (Ламберта), метод Гуро, метод Фонга. Свето-теневой анализ. Метод излучательности. Глобальная модель освещения с трассировкой лучей. Текстуры.		
11	Компьютерное зрение		Распознавание изображений		

### 4.2.1.2. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
<i>Модуль 1. Введение в информационные технологии</i>						
1	Общее введение в компьютерную графику. Этапы построения изображения на экране монитора компьютера Геометрические примитивы	2			Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования. Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	модульное, проблемное, практикоориентированное
2	Геометрические преобразования преобразований с помощью матриц.	2	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задание на программном модуле по двумерным преобразованиям с использованием лабораторного модуля 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задание на программном модуле по пространственным преобразованиям с использованием лабораторного модуля 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle	ОПК-1, ПК - 5	Знает современные программные продукты по подготовке презентаций и оформлению научнотехнических отчетов Умеет готовить презентации и оформлять научные отчеты Имеет навыки по подготовке статей и докладов на	
3	Растровая векторная и фрактальная графика. Популярные графические пакеты прикладных программ.	2	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задание ППП Adobe Photoshop 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle			

	Adobe Photoshop, Corel DRAW		Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя 2. Выполнение задание ППП CorelDRAW 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle		научно-технических конференциях	
4	Цвет в компьютерной графике. Цветовые модели.					
5	Способы хранения графической информации в компьютере. Типы графических файлов, графические форматы					
<i>Модуль 2. Технологии программирования</i>						
6	Растровое преобразование графических примитивов. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности и эллипса.	2	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя 2. Выполнение задание по программному созданию алгоритмов дискретизации окружности, эллипса 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle	ОПК-6	Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных	модульное, проблемное, практическое
7	Алгоритмы заполнения внутренних областей: алгоритмы растровой развертки и алгоритмы затравочного заполнения	2	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя 2. Выполнение задание по программному созданию алгоритмов заполнения областей 3. Оформление и сдача работы 4. Размещение документа в системе Moodle			

8	Отсечение (клиппирование) Особенности реализации внешнего и комбинированного отсечений	2			хранилищ. Имеет навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.
9	Удаление невидимых линий Удаление нелицевых граней многогранника.				
10	Построение реалистичных изображений. Модели освещения. Закраска граней.				
11	Компьютерное зрение		Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задание по созданию программы распознавания изображений 2. Оформление и сдача работы 3. Размещение документа в системе Moodle		

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Модуль 1. Общее введение в компьютерную графику

**Тема 1.** Предмет и области применения компьютерной графики. Краткая история развития компьютерной графики. Технические средства поддержки компьютерной графики. Этапы построения изображений на экране монитора компьютера. Геометрические примитивы

**Тема 2.** Геометрические преобразования. Двумерные преобразования. Пространственные преобразования. Матрицы двумерных и пространственных преобразований (Локальное масштабирование, Симметричное отражение, Сдвиги, Поворот, Перемещения, Проецирование в однородных координатах, Общее масштабирование, Параллельное ортографическое проецирование на координатную плоскость). Задание геометрических преобразований с помощью матриц.

**Тема 3.** Растровая векторная и фрактальная графика.

Растровое представление графической информации. Векторное представление графической информации. Фрактальное представление графической информации. Популярные графические пакеты прикладных программ. Adobe Photoshop, Corel DRAW

**Тема 4.** Цвет в компьютерной графике.

О природе света и цвета. Цветовые модели: RGB; Субтрактивные цветовые модели CMY и CMYK; Цветовой график MКО; Цветовая модель HSB; Цветовая модель Lab; Цветовые модели HSV и HLS; Другие цветовые модели. Преобразование цветовых моделей.

**Тема 5.** Способы хранения графической информации в компьютере. Конфигурации файлов изображения. Типы графических файлов, графические форматы.

**Модуль 2. Этапы формирования изображения в графических системах**

**Тема 6.** Растровое преобразование графических примитивов. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности и эллипса.

**Тема 7.** Алгоритмы заполнения внутренних областей: алгоритмы растровой развертки и алгоритмы затравочного заполнения.

**Тема 8.** Отсечение (клиппирование) Алгоритм двумерного отсечения Сазерленда-Коэна, Алгоритм трехмерного отсечения Сазерленда-Коэна, Алгоритм двумерного отсечения Кируса-Бека, Алгоритм трехмерного отсечения Кируса-Бека, Особенности реализации внешнего и комбинированного отсечений.

**Тема 9.** Удаление невидимых линий. Удаление не лицевых граней многогранника.

Алгоритм Робертса; Алгоритмы Варнака; Вейлера — Азертона; Метод Z-буфера. Методы приоритетов (художника, плавающего горизонта). Алгоритмы построчного сканирования для криволинейных поверхностей. Метод двоичного разбиения пространства Алгоритм трассировки лучей.

**Тема 10.** Построение реалистических изображений.

Модели освещения. Закраска граней: плоское закрашивание (Ламберта), метод Гуро, метод Фонга.

**Тема 11.** Компьютерное зрение

Задачи, История, Технологии, Типы систем CV и методы обработки изображений, Основные подходы к решению задач CV, Библиотеки ПО компьютерного зрения, Программные реализации, Применения

#### 4.3.2. *Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.*

### Лабораторная работа №1. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

#### Исходные материалы:

Персональный компьютер

Программный модуль для исследования двумерных преобразований (МИРЭА).

#### *Цель работы*

Закрепление на практике знаний математического аппарата, положенного в основу двумерных преобразований графических объектов (на примере преобразований треугольников).

#### *Программа работы*

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете проводить исследования. Ознакомьтесь с данным вариантом задания (с рекомендуемыми значениями координат вершин исходного треугольника и – при выполнении соответствующих пунктов программы – коэффициентов матрицы общего преобразования или иных параметров преобразования).

2. Осуществите следующие преобразования исходного треугольника, удаляя каждый раз перед очередным преобразованием результат предыдущего:

a) локальное масштабирование по координатным осям  $x$  и  $y$ , используя одну матричную операцию;

b) симметричное отражение относительно оси  $x$  (или  $y$ );

c) симметричное отражение относительно точки начала координат (поворот на  $180^\circ$ );

d) сдвиг вдоль оси  $x$  пропорционально координате  $y$  (или вдоль оси  $y$  пропорционально координате  $x$ );

e) поворот на  $90^\circ$  (или на  $-90^\circ$ ) относительно точки начала координат;

f) поворот на угол  $\theta$  относительно точки начала координат;

g) отражение относительно прямой линии  $y = x$  (или  $y = -x$ );

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициентов левой верхней  $2 \times 2$  подматрицы матрицы общего преобразования.

3. Реализуйте перемещения исходного треугольника вдоль координатных осей  $x$  и  $y$ , используя одну матричную операцию.

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициентов левой нижней  $1 \times 2$  подматрицы матрицы общего преобразования.

4. Осуществите поворот исходного треугольника вокруг точки с координатами  $(m, n)$  на угол  $\theta$ , используя при этом следующие последовательные преобразования:

а) переместите объект преобразования таким образом, чтобы точка, относительно которой совершается поворот, попала в начало координат;

б) выполните поворот объекта на требуемый угол вокруг точки начала координат;

с) осуществите обратное (по отношению к п/п. а) перемещение объекта.

5. Рассчитайте матрицу полного преобразования, реализованного в предыдущем пункте. Примените ее для преобразования исходного треугольника. Сравните результаты, полученные в настоящем и предыдущем пунктах.

Сформулируйте вывод о возможных путях реализации комбинаций двумерных преобразований.

6. Реализуйте симметричное отражение исходного треугольника относительно прямой линии  $y = kx + y_0$ , используя при этом следующие последовательные преобразования:

а) переместите объект преобразования вдоль оси  $x$  или  $y$  таким образом, чтобы прямая, относительно которой он отражается, прошла через точку начала координат;

б) поверните объект вокруг точки начала координат до совпадения прямой, относительно которой он отражается, с координатной осью  $x$  или  $y$ ;

с) симметрично отразите объект относительно той оси, с которой в п/п. б совмещена прямая;

д) осуществите обратный (по отношению к п/п. б) поворот объекта;

е) осуществите обратное (по отношению к п/п. а) перемещение объекта.

7. Осуществите те же последовательные преобразования исходного треугольника, что и в пункте 6, но поменяв местами п/п.п. д и е. Сравните результаты полных преобразований, полученные в настоящем пункте и в пункте 6.

Сформулируйте вывод относительно коммутативности операции умножения матриц и, соответственно, о правилах реализации комбинаций преобразований.

8. Реализуйте по отношению к исходному треугольнику проецирование в однородных координатах.

Сделайте выводы о геометрическом смысле проведенного преобразования и процедуры нормализации результата умножения матриц. Сформулируйте также вывод относительно назначения коэффициентов правой верхней  $2 \times 1$  подматрицы матрицы общего преобразования.

9. Осуществите общее масштабирование исходного треугольника.

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициента правой нижней  $1 \times 1$  подматрицы матрицы общего преобразования.

10. Реализуйте преобразование исходного треугольника, используя матрицу общего преобразования со значениями коэффициентов  $p$  и  $q$ , приведенными в последнем пункте варианта задания.

Сформулируйте вывод относительно результата преобразования третьей вершины треугольника.

### ***Контрольные вопросы***

1. Поясните, как можно осуществить такие простые двумерные преобразования точек, как локальное масштабирование, отражение относительно координатных осей и точки начала координат, сдвиг, с использованием матрицы общего преобразования размером  $2 \times 2$ .

2. Каким образом принципы преобразования точек распространяются на преобразования отрезков прямых и многоугольников?

3. Как осуществить поворот объекта на  $90^\circ$ , на  $180^\circ$ , на  $270^\circ$ , на произвольный угол?

4. Каковы принципы комбинирования преобразований?

5. Поясните, зачем при двумерных преобразованиях вводятся однородные координаты точек и матрица преобразования размером  $3 \times 3$ .

6. Как реализуются перемещения объектов вдоль координатных осей?

7. Поясните математический, в том числе геометрический смысл проецирования в однородных координатах.

8. Как осуществить общее масштабирование объектов?

9. Поясните структуру матрицы общего преобразования. Сформулируйте вывод относительно назначения отдельных коэффициентов этой матрицы и четырех ее подматриц в целом.

10. Каким образом точка с конечными координатами может быть преобразована в точку бесконечности?

### **Лабораторная работа №2.**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

### **Исходные материалы:**

Персональный компьютер

Программный модуль для исследования пространственных (МИРЭА) .

### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, положенного в основу пространственных преобразований графических объектов (на примере преобразований четырехгранников).

### ***Программа работы***

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете проводить исследования. Ознакомьтесь с данным вариантом задания (с рекомендуемыми значениями координат вершин исходного четырехгранника и – при выполнении соответствующих пунктов программы – коэффициентов матрицы общего преобразования или иных параметров преобразования).

2. Осуществите следующие преобразования исходного четырехгранника, удаляя каждый раз перед очередным преобразованием результат предыдущего:

- a) локальное масштабирование по координатным осям  $x$  и  $z$ , используя одну матричную операцию;
- b) симметричное отражение относительно координатной плоскости  $xz$  ( $y = 0$ );
- c) симметричное отражение относительно оси  $x$ ;
- d) сдвиг вдоль оси  $x$  пропорционально координате  $z$ ;
- e) поворот на  $-90^\circ$  вокруг координатной оси  $z$ ;
- f) поворот на угол  $\phi$  вокруг координатной оси  $y$ .

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициентов левой верхней  $3 \times 3$  подматрицы матрицы общего преобразования.

3. Осуществите перемещения исходного четырехгранника вдоль осей  $y$  и  $z$ , используя одну матричную операцию.

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициентов левой нижней  $1 \times 3$  подматрицы матрицы общего преобразования.

4. Реализуйте по отношению к исходному четырехграннику проецирование в однородных координатах.

Сделайте выводы о математическом смысле проведенного преобразования и процедуры нормализации результата умножения матриц. Сформулируйте также вывод относительно назначения коэффициентов правой верхней  $3 \times 1$  подматрицы матрицы общего преобразования.

5. Реализуйте общее масштабирование исходного четырехгранника.

Сформулируйте вывод относительно назначения коэффициента правой нижней  $1 \times 1$  подматрицы матрицы общего преобразования.

6. Осуществите поворот исходного четырехгранника на угол  $\phi$  вокруг прямой линии, параллельной координатной оси  $y$  и заданной, соответственно, значениями двух координат:  $x = l$ ,  $z = n$ ; используйте при этом следующие последовательные преобразования:

- a) переместите объект преобразования таким образом, чтобы прямая, относительно которой совершается поворот, совпала с осью  $y$ ;
- b) поверните объект на требуемый угол вокруг оси  $y$ ;
- c) осуществите обратное (по отношению к п/п. а) перемещение объекта.

7. Рассчитайте матрицу полного преобразования, реализованного в предыдущем пункте. Примените ее для преобразования исходного четырехгранника. Сравните результаты, полученные в настоящем и

предыдущем пунктах.

8. Осуществите поворот исходного четырехгранника на угол  $\chi$  вокруг прямой линии, которая заданна точкой с координатами  $(0, 0, 0)$  и направляющим вектором, представленным матрицей  $[V] = [1 \ 1 \ 1]$ ; используйте при этом следующие последовательные преобразования:

а) поверните объект преобразования вокруг двух координатных осей на соответствующие углы таким образом, чтобы прямая, относительно которой совершается поворот, совпала с какой-либо координатной осью;

б) реализуйте поворот на требуемый угол вокруг той координатной оси, с которой в п/п. а совмещена прямая;

с) осуществите обратные (по отношению к п/п. а) повороты в обратной же последовательности.

9. Реализуйте симметричное отражение исходного четырехгранника относительно плоскости  $x - z + D = 0$ , используя при этом следующие последовательные преобразования:

а) определив координаты какой-либо одной точки, принадлежащей плоскости отражения, переместите объект преобразования так, чтобы эта точка попала в начало координат;

б) поверните объект вокруг одной или двух координатных осей таким образом, чтобы плоскость отражения совпала с какой-либо координатной плоскостью;

с) симметрично отразите объект относительно той координатной плоскости, с которой в п/п. б совмещена плоскость отражения;

д) осуществите соответственно один или два обратных (по отношению к п/п. б) поворота (во втором случае – в обратной же последовательности);

е) осуществите обратное (по отношению к п/п. а) перемещение объекта.

По результатам выполнения пунктов 6, 7, 8 и 9 сформулируйте вывод о возможных путях реализации комбинаций пространственных преобразований.

10. Получите такую ортографическую проекцию исходного четырехгранника на плоскость  $xy$  ( $z = 0$ ), в которой какая-либо грань объекта, не параллельная ни одной координатной плоскости, была бы отражена без искажения.

Сформулируйте вывод относительно возможности применения ортографического проецирования для формирования вспомогательных видов и сечений геометрически сложных трехмерных объектов с целью адекватного восприятия их формы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Расскажите об основных принципах реализации пространственных преобразований графических объектов с использованием однородных

координат и матрицы общего преобразования размером  $4 \times 4$ .

2. Поясните математический и геометрический смысл таких пространственных преобразований, как локальное и общее масштабирование, отражения относительно координатных осей и плоскостей, а также точки начала координат, трехмерные сдвиги и перемещения.

3. Каким образом осуществляются повороты объектов на произвольные углы относительно трех координатных осей?

4. Как реализуется поворот объекта на произвольный угол вокруг прямой линии, параллельной какой-либо координатной оси?

5. Как реализовать поворот объекта на произвольный угол вокруг прямой, произвольным образом ориентированной в пространстве?

6. Каким образом осуществляется симметричное отражение объекта относительно произвольной плоскости?

7. Каковы общие принципы формирования плоских параллельных проекций? Как формируются плоские параллельные и перспективные проекции? Расскажите о известных Вам видах параллельных и перспективных проекций.

8. Каковы принципы формирования параллельных ортогографических проекций трехмерных графических объектов?

9. Каковы принципы формирования перспективных одноточечных проекций трехмерных графических объектов? Как они согласуются с законами линейной перспективы?

### **Лабораторная работа №3. РАСТРОВАЯ ГРАФИКА. ADOBE PHOTOSHOP**

#### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний теоретического материала, по растровой графике с помощью графического редактора ADOBE PHOTOSHOP.

#### ***Исходные материалы:***

1. Персональный компьютер.
2. Растровый редактор Adobe Photoshop.
3. Растровые изображения Start.psd.

#### ***Программа работы***

1. Выполнить работу с инструментами выделения и перемещения
2. Выполнить работу со слоями, текстом, градиентной заливкой
3. Использовать функции ретуширования
4. Выполнить работу с функциями трансформирования объектов
5. Создание сферы
6. Создание сияющего текста
7. Создание стеклянного текста

8. Создание реалистичной печати
9. Восстановление JPEG изображения

### ***Контрольные вопросы***

1. Как выполнить зеркальное отображение объектов?
2. Для выделения каких объектов целесообразно использовать Волшебную палочку
3. Каких видов бывают градиентные заливки?
4. Какие операции можно проводить над слоями?
5. Как задать фиксированные размеры для кадрирования изображения?
6. Что происходит с изображением при использовании инструмента «Штамп»?
7. С помощью каких команд можно сделать изображение прозрачным?
8. Для чего осуществляется преобразование цветовых палитр изображения?
9. Какие инструменты можно использовать для создания сферы?
10. Для чего используется процедура «Инвертировать выделение»?
11. Для чего в растровой графике используются различные фильтры?
12. Какими командами можно объединить несколько слоёв?
13. С помощью каких команд можно создать копию слоя?
14. Какие изменения происходят с изображением при использовании фильтра Filter > Blur > Gaussian Blur ?
15. Какое влияние на изображение оказывает изменение значения радиуса фильтра Gaussian Blur?
16. Какие приёмы изменения цвета реализованы в Photoshop?
17. Для чего используется режим редактирования Quick Mask?
18. Что может произойти при сжатии изображения форматом JPEG?
19. Чем отличаются цветовые палитры RGB и Lab?

## **Лабораторная работа №4. ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА. COREL DRAW**

1. Персональный компьютер.
2. Векторный редактор Corel Draw.

### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, путем создания программы на языке программирования, положенного в основу Алгоритма Брезенхема для генерации окружности.

### ***Программа работы***

1. Выполнить масштабирование изображения
2. Осуществить работу с объектами

3. Просмотреть режимы отображения изображений
4. Показать умение использования шаблонов
5. Создание стандартных графических объектов
6. Осуществить управление объектами
7. Создание контуров и линий
8. Создание объектов сложных форм
9. Осуществить цветовые заливки
10. Ввод и редактирование текста
11. Векторные эффекты изменения формы
12. Трехмерные эффекты и эффект тени
13. Многостраничные документы
14. Импортирование и экспортирование изображений

### ***Контрольные вопросы***

1. С помощью какой клавиши можно зеркально отобразить объекты?
2. Для чего используется режим «Распылитель»?
3. С помощью каких команд можно присвоить свойства одного контурного объекта другому?
4. Для чего в Corel Draw используется инструмент «Пипетка»?
5. С помощью каких команд можно замкнуть открытый контурный объект и закрасить его?
6. Для чего используется кнопка Align?
7. Как можно разделить объект на части?
8. Какие операции можно совершать над текстовым объектом?
9. Как расположить текст вдоль заданного пути?

### **Лабораторная работа №5.**

#### **АЛГОРИТМ БРЕЗЕНХЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ОКРУЖНОСТИ**

#### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, путем создания программы на языке программирования, положенного в основу Алгоритма Брезенхема для генерации окружности.

#### ***Программа работы***

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете создавать программу.
2. Ознакомьтесь с данным вариантом задания (с рекомендуемыми значениями координат центра и значением радиуса окружности).
3. Создать программу растровой дискретизации окружности по методу Брезенхема.
4. Создать таблицу данных по разложению в растр  $1/4$  или  $1/8$  части окружности по алгоритму Брезенхема в зависимости от варианта.

5. Представить наглядное построение окружности.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое разложение в растр?
2. Какова математическая основа растрового разложения в алгоритме Брезенхема?
3. По какому критерию инициализируется пиксель в этом алгоритме?
4. Чем отличаются ветви алгоритма при углах наклона  $<45^\circ$  и  $>45^\circ$ ?
5. Какую часть окружности достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить окружность целиком?
6. Какую часть эллипса достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить эллипс целиком?
7. Назовите два типа алгоритмов заполнения областей.
8. Какая структура данных используется в алгоритмах с затравкой?

### **Лабораторная работа №6.**

#### **АЛГОРИТМ БРЕЗЕНХЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЛИПСА**

#### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, путем создания программы на языке программирования, положенного в основу Алгоритма Брезенхема для генерации эллипса.

#### ***Программа работы***

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете создавать программу.
2. Ознакомьтесь с данным вариантом задания (с рекомендуемыми значениями координат центров и значением радиусов эллипса).
3. Создать программу растровой дискретизации эллипса по методу Брезенхема.
4. Создать таблицу данных по разложению в растр  $1/4$  или  $1/8$  части эллипса по алгоритму Брезенхема в зависимости от варианта.
5. Представить наглядное построение эллипса.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое разложение в растр?
2. Какова математическая основа растрового разложения в алгоритме Брезенхема?
3. По какому критерию инициализируется пиксель в этом алгоритме?
4. Чем отличаются ветви алгоритма при углах наклона  $<45^\circ$  и  $>45^\circ$ ?

5. Какую часть окружности достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить окружность целиком?
6. Какую часть эллипса достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить эллипс целиком?
7. Назовите два типа алгоритмов заполнения областей.
8. Какая структура данных используется в алгоритмах с затравкой?

## **Лабораторная работа №7. ЗАПОЛНЕНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ**

### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, путем создания программы на языке программирования, положенного в основу алгоритмов заполнения многоугольников.

### ***Программа работы***

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете создавать программу. Предполагается три метода заполнения многоугольников:

- Алгоритм заполнения с упорядоченным списком ребер
- Простой алгоритм заполнения с затравкой для четырехсвязной гранично-определенной области
- Построчный алгоритм заполнения с затравкой для четырехсвязной гранично-определенной области

2. Ознакомьтесь с данным вариантом задания (с рекомендуемыми значениями параметров).

3. Создать программу заполнения многоугольников согласно выбранному варианту методу.

4. Представить наглядное заполнения многоугольников.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое разложение в растр?
2. Какова математическая основа растрового разложения в алгоритме Брезенхема?
3. По какому критерию инициализируется пиксель в этом алгоритме?
4. Чем отличаются ветви алгоритма при углах наклона  $<45^\circ$  и  $>45^\circ$ ?
5. Какую часть окружности достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить окружность целиком?
6. Какую часть эллипса достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить эллипс целиком?
7. Назовите два типа алгоритмов заполнения областей.
8. Какая структура данных используется в алгоритмах с затравкой?

## **Лабораторная работа №8. РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

### ***Цель работы***

Закрепление на практике знаний математического аппарата, путем создания программы на языке программирования, положенного в основу распознавания изображений.

### ***Программа работы***

1. Согласуйте с ведущим преподавателем номер варианта, в соответствии с которым Вы будете создавать программу.
2. Разработать согласно изображений наилучший метод оцифровки кластеризации объектов и распознавания изображений.
3. Оптимизировать программу с наилучшим показателем распознавания (не ниже 85%)
4. Проверить программу на других (подобных варианту) изображений

### ***Контрольные вопросы***

9. Что такое разложение в растр?
10. Какова математическая основа растрового разложения в алгоритме Брезенхема?
11. По какому критерию инициализируется пиксель в этом алгоритме?
12. Чем отличаются ветви алгоритма при углах наклона  $<45^\circ$  и  $>45^\circ$ ?
13. Какую часть окружности достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить окружность целиком?
14. Какую часть эллипса достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить эллипс целиком?
15. Назовите два типа алгоритмов заполнения областей.
16. Какая структура данных используется в алгоритмах с затравкой?

## **5. Образовательные технологии**

Рекомендуемые образовательные технологии: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа бакалавров.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы

экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП). Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 60% аудиторных занятий (определяется соответствующим ФГОС)).

Вид Технология занятия		Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечением формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций
Лабораторные работы (компьютерный практикум)	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловой игры	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Организация активности студентов, обеспечение личностно деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Индивидуальный темп обучения. Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и off-line).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

При подготовке к зачету, коллоквиуму, каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую учебную и справочную литературу, усваивая определения, схемы и принципы соответствующих расчетов. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать и разобраться с информацией по теме, структурировать знания. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно, в предлагаемой последовательности, поскольку последующий материал связан с предыдущим. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

При выполнении индивидуальных заданий студент использует приобретенные на практических занятиях навыки расчетов, самостоятельно изучает примеры из лекций, электронно-образовательных ресурсов размещенных на сайте ДГУ и соответствующего раздела дисциплины. Самостоятельная работа при выполнении индивидуальных заданий требует изучения и использования справочных материалов. Залогом успеха в приобретении знаний и навыков по дисциплине является синхронизация выполняемых индивидуальных заданий по срокам с лекционным материалом и разбираемым на практических занятиях.

### **Темы для самостоятельного изучения:**

- Краткая история
- Технические средства поддержки компьютерной графики
- Популярные графические пакеты прикладных программ
- Adobe Photoshop
- Corel DRAW
- Простой алгоритм заполнения с затравкой
- Построчный алгоритм заполнения с затравкой
- Алгоритм двумерного отсечения Сазерленда-Козна
- Алгоритм трехмерного отсечения Сазерленда-Козна
- Алгоритм двумерного отсечения Кируса-Бека
- Алгоритм трехмерного отсечения Кируса-Бека
- Особенности реализации внешнего и комбинированного отсечений
- Удаление не лицевых граней многогранника. Алгоритм Робертса
- Методы приоритетов (художника, плавающего горизонта)

- Алгоритмы построчного сканирования
- Метод двоичного разбиения пространства
- Алгоритм трассировки лучей
- Закраска граней: плоское закрашивание
- Метод излучательности
- Глобальная модель освещения с трассировкой лучей.
- Текстуры

### **Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала**

Для осуществления самостоятельной работы студентов используются учебники, рекомендованные в литературном списке, методические пособия, которые существуют как в печатном варианте, так и в электронном варианте, в том числе содержащиеся в сети на сайте университета

#### ***Вопросы для самоконтроля***

20. Как выполнить зеркальное отображение объектов?
21. Для выделения каких объектов целесообразно использовать Волшебную палочку
22. Каких видов бывают градиентные заливки?
23. Какие операции можно проводить над слоями?
24. Как задать фиксированные размеры для кадрирования изображения?
25. Что происходит с изображением при использовании инструмента «Штамп»?
26. С помощью каких команд можно сделать изображение прозрачным?
27. Для чего осуществляется преобразование цветовых палитр изображения?
28. Какие инструменты можно использовать для создания сферы?
29. Для чего используется процедура «Инвертировать выделение»?
30. Для чего в растровой графике используются различные фильтры?
31. Какими командами можно объединить несколько слоёв?
32. С помощью каких команд можно создать копию слоя?
33. Какие изменения происходят с изображением при использовании фильтра Filter > Blur > Gaussian Blur ?
34. Какое влияние на изображение оказывает изменение значения радиуса фильтра Gaussian Blur?
35. Какие приёмы изменения цвета реализованы в Photoshop?
36. Для чего используется режим редактирования Quick Mask?
37. Что может произойти при сжатии изображения форматом JPEG?
38. Чем отличаются цветовые палитры RGB и Lab?
39. С помощью какой клавиши можно зеркально отобразить объекты?
40. Для чего используется режим «Распылитель»?

41. С помощью каких команд можно присвоить свойства одного контурного объекта другому?
42. Для чего в Corel Draw используется инструмент «Пипетка»?
43. С помощью каких команд можно замкнуть открытый контурный объект и закрасить его?
44. Для чего используется кнопка Align?
45. Как можно разделить объект на части?
46. Какие операции можно совершать над текстовым объектом?
47. Как расположить текст вдоль заданного пути?
48. Расскажите об основных принципах реализации пространственных преобразований графических объектов с использованием однородных координат и матрицы общего преобразования размером  $4 \times 4$ .
49. Каким образом осуществляются повороты объектов на произвольные углы относительно трех координатных осей?
50. Как реализуется поворот объекта на произвольный угол вокруг прямой линии, параллельной какой-либо координатной оси?
51. Как реализовать поворот объекта на произвольный угол вокруг прямой, произвольным образом ориентированной в пространстве?
52. Каким образом осуществляется симметричное отражение объекта относительно произвольной плоскости?
53. Каковы общие принципы формирования плоских параллельных проекций? Как формируются плоские параллельные и перспективные проекции? Расскажите о известных Вам видах параллельных и перспективных проекций.
54. Каковы принципы формирования параллельных ортографических проекций трехмерных графических объектов?
55. Каковы принципы формирования перспективных односточных проекций трехмерных графических объектов? Как они согласуются с законами линейной перспективы?
56. Поясните, как можно осуществить такие простые двумерные преобразования точек, как локальное масштабирование, отражение относительно координатных осей и точки начала координат, сдвиг, с использованием матрицы общего преобразования размером  $2 \times 2$ .
57. Каким образом принципы преобразования точек распространяются на преобразования отрезков прямых и многоугольников?
58. Как осуществить поворот объекта на  $90^\circ$ , на  $180^\circ$ , на  $270^\circ$ , на произвольный угол?
59. Каковы принципы комбинирования преобразований?
60. Поясните, зачем при двумерных преобразованиях вводятся однородные координаты точек и матрица преобразования размером  $3 \times 3$ .
61. Как реализуются перемещения объектов вдоль координатных осей?
62. Поясните математический, в том числе геометрический смысл проецирования в однородных координатах.
63. Как осуществить общее масштабирование объектов?

64. Поясните структуру матрицы общего преобразования. Сформулируйте вывод относительно назначения отдельных коэффициентов этой матрицы и четырех ее подматриц в целом.

65. Каким образом точка с конечными координатами может быть преобразована в точку бесконечности?

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. <b>Умеет:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. <b>Владеет:</b> Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Устный опрос, сдача лабораторных работ, контрольная работа
ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	<b>Знает:</b> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий <b>Умеет:</b> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнеспроцессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ <b>Владеет:</b> Имеет навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	Устный опрос, сдача лабораторных работ, контрольная работа
ПК-5. Способность готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать	<b>Знает:</b> Знает современные программные продукты по подготовке презентаций и оформлению научно-технических отчетов <b>Умеет:</b> Умеет готовить презентации и оформлять научные отчеты <b>Владеет:</b> Имеет навыки по подготовки статей и докладов на научно-технических	Устный опрос, сдача лабораторных работ, контрольная работа

результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	конференциях	
---	--------------	--

## 7.2. Типовые контрольные тесты

### Разделы промежуточной (модульной) аттестации

#### *Модуль 1. Общее введение в компьютерную графику*

1. Общее введение в компьютерную графику.
2. Этапы построения изображений на экране монитора компьютера. Геометрические примитивы.
3. Плоские геометрические преобразования преобразований с помощью матриц.
4. Пространственные геометрические преобразования преобразований с помощью матриц.

#### *Модуль 2. Представление графической информации в компьютере*

1. Растровая векторная и фрактальная графика.
2. Цвет в компьютерной графике.
3. Цветовые модели.
4. Способы хранения графической информации в компьютере.
5. Типы графических файлов, графические форматы.

#### *Модуль 3. Этапы формирования изображения в графических системах*

1. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации отрезка.
2. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации окружности.
3. Алгоритмы Брезенхема растровой дискретизации эллипса.
4. Алгоритмы заполнения внутренних областей.
5. Алгоритмы растровой развертки.
6. Алгоритмы затравочного заполнения.
7. Отсечение (клиппирование).
8. Удаление невидимых линий.
9. Удаление не лицевых граней многогранника.
10. Модели освещения.
11. Закраска граней. Плоское закрашивание (Ламберта)
12. Закраска граней. Метод Гуро
13. Закраска граней. Метод Фонга
14. Визуализация пространственных реалистических сцен.

## Типовые тестовые вопросы:

1. Назовите четыре основные области применения компьютерной графики.
2. Каковы основные направления развития компьютерной графики? Какие задачи они решают?
3. Где и когда впервые был использован дисплей в качестве устройства вывода ЭВМ?
4. Кем и когда была разработана первая интерактивная программа для рисования?
5. Назовите основных разработчиков методов закрашивания гладких поверхностей.
6. Кто является автором ряда алгоритмов построения растровых образов различных геометрических объектов?
7. Назовите авторов алгоритмов удаления невидимых линий.
8. В чем состоит основное различие между дисплеями с произвольным сканированием и растровым сканированием?
9. Чем отличается дисплей на запоминающей трубке от векторного дисплея с регенерацией изображения?
10. Каковы основные принципы работы цветной растровой электронно-лучевой трубки?
11. Как работает перьевой плоттер?
12. Назовите основные устройства ввода, используемые в компьютерной графике.
13. Какие из устройств ввода дают возможность работать в абсолютных координатах?
14. Перечислите области применения сканеров.
15. Расположите в убывающем порядке чувствительность рецепторов глаза к цветам: красный, зеленый, синий.
16. Что такое хроматический спектр?
17. Что такое ахроматический спектр?
18. Как осуществляется проекция трехмерного цветового пространства на плоскость?
19. Чем отличается цветовой график МКО от треугольной проекционной области цветового пространства?
20. Что такое дополнительный цвет?
21. Что такое аддитивная и субтрактивная цветовые модели? Чем отличаются их цветовые кубы?
22. Что является основой цветовой модели HSV и HLS?
23. Являются ли цветовые модели HSV и HLS аддитивными или субтрактивными?
24. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HSV.
25. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HLS.
26. В чем состоит главное достоинство цветового пространства Lab?
27. Дайте определение декартовой системы координат.
28. Что такое вектор?

29. Какие векторы считаются равными?
30. Какие векторы называются линейно независимыми?
31. Как выразить длину вектора, используя операцию скалярного произведения?
32. Как определить косинус угла между векторами, используя операцию скалярного произведения?
33. Докажите, что векторное произведение удовлетворяет соотношению

$$\alpha[\vec{r}_1 \times \vec{r}_2] = [\vec{r}_1 \times (\alpha\vec{r}_2)].$$

34. Как из произвольного вектора  $\vec{r}$  получить единичный вектор, совпадающий с ним по направлению? (Эта операция называется **нормировкой вектора**).
35. Каково максимальное число линейно независимых векторов в пространстве?
36. Что такое орты?
37. Как построить параметрическое уравнение прямой, проходящей через две заданные точки плоскости или пространства?
38. Докажите, что если в формуле (3.7) заменить координаты  $(x_1, y_1, z_1)$  координатами любой другой точки плоскости, то уравнение будет описывать ту же самую плоскость. **Указание:** возьмите произвольную точку, удовлетворяющую уравнению (3.7), напишите новое уравнение плоскости и покажите, что любая точка второй плоскости принадлежит первой и наоборот.
39. В каких случаях луч с плоскостью не пересекаются?
40. В каких случаях луч пересекает сферу только в одной точке?
41. Исходя из определения умножения матрицы на вектор, докажите, что для любых двух векторов  $\vec{r}_1, \vec{r}_2$  и любой матрицы  $A$  справедливо соотношение

$$A \cdot (\vec{r}_1 + \vec{r}_2) = A \cdot \vec{r}_1 + A \cdot \vec{r}_2.$$

42. Докажите, что для любого вектора  $\vec{r}$ , числа  $\alpha$  и матрицы  $A$  справедливо соотношение

$$A \cdot (\alpha\vec{r}) = \alpha(A \cdot \vec{r}) = (\alpha A) \cdot \vec{r}.$$

43. При каком условии масштабирование сохраняет углы между отрезками?
44. Какую траекторию описывают точки объекта при повороте?
45. Вокруг чего осуществляется поворот на плоскости?
46. Вокруг чего осуществляется поворот в пространстве?
47. Какие шаги выполняются в алгоритме поворота относительно произвольной оси в пространстве?

48. Докажите, что если матрица  $A$  является матрицей поворота, то  $A \cdot A^T = E$ .
49. Какие геометрические объекты считаются примитивами?
50. Какие требования предъявляются к набору геометрических примитивов?
51. В какой программе впервые в качестве геометрического примитива использовался прямоугольник?
52. Что такое объектная система координат?
53. Что такое система координат наблюдателя?
54. Соответствуют ли размеры объектов в системе координат наблюдателя их реальным размерам?
55. Что такое картинная плоскость?
56. Как называется операция перехода от трехмерной системы координат к двумерной?
57. Что происходит при перенесении изображения с картинной плоскости на экран?
58. Чем отличаются однородные координаты точки от обычных декартовых координат?
59. С какой целью вводятся однородные координаты?
60. Сколько элементарных действий требуется для совмещения двух отрезков в пространстве?
61. Всегда ли использование матриц для выполнения преобразований в пространстве эффективней, чем другие способы их реализации?
63. Что такое клиппирование?
64. Если концы отрезков имеют коды 1000 и 0100, сколько сторон окна он может пересекать?
65. При каком значении кода одного из концов отрезка он обязательно будет частично видимым?
66. Если оба конца отрезка лежат вне окна, то при каких кодах концов он может проходить вдоль диагонали окна?
67. Какой из алгоритмов отсечения отрезков эффективнее: приведенный в блок-схеме 5.3 или основанный на делении отрезка пополам?
68. С помощью какого условия можно определить принадлежность точки выпуклому многоугольнику?
69. Будет ли это условие применимо в случае произвольного многоугольника? (подтвердите свой ответ примерами).
70. Какие случаи расположения ребра относительно окна рассматриваются в алгоритме клиппирования произвольного многоугольника?
71. В чем заключается суть удаления невидимых линий и поверхностей?
72. В каком пространстве работает алгоритм Робертса?
73. Для каких объектов примеряется алгоритм Робертса?
74. Что представляет собой вектор-столбец обобщенной матрицы описания многогранника?

75. Как интерпретируется выражение  $(\vec{r} \cdot M) \geq 0$  ( $M$  - обобщенная матрица) в алгоритме Робертса?
76. В каком пространстве работает алгоритм Варнока?
77. Какие типы расположения многоугольника относительно окна рассматриваются в алгоритме Варнока?
78. Который из шести шагов алгоритма решает задачу об удалении невидимых поверхностей?
79. В каком пространстве работает алгоритм Вейлера-Азертонна?
80. В чем принципиальное отличие алгоритма Вейлера-Азертонна от алгоритма Варнока?
81. Какое обобщение алгоритма Вейлера-Азертонна предложил Кэтмул?
82. Кем предложен алгоритм Z-буфера?
83. В чем недостатки алгоритма Z-буфера?
84. На чем основаны методы приоритетов?
85. Для какого вида изображения разработан метод художника?
86. Для какого вида изображения разработан метод плавающего горизонта?
87. Что общего между алгоритмом построчного сканирования и методом Z-буфера?
88. В чем состоит идея метода трассировки?
89. Какие бывают виды трассировки?
90. Какие приемы используются для повышения эффективности алгоритма трассировки?
  
91. Назовите два основных вида проекций, определяемых типом пучка лучей.
92. Назовите четыре вида параллельных проекций.
93. Сколько шагов в алгоритме ортогональной проекции на произвольную плоскость?
94. Какой вид имеет матрица косоугольной проекции на плоскость  $XOY$ , переводящей вектор  $(0, 0, 1)$  в вектор  $(x, y, 0)$ ?
95. Напишите формулы преобразования координат при центральной проекции на плоскость  $XOY$  с центром в точке  $(0, 0, c)$ . Как выглядит матрица такой проекции в однородной системе координат?
96. Что такое перспективное укорачивание?
97. Что такое точка схода?
98. Как реализуется проекция с тремя точками схода?
99. Каким свойством обладает конформная проекция?
100. Каким свойством обладает цилиндрическая проекция?
101. В чем ценность проекции Меркатора?
  
102. Какой многогранник наиболее удобен для построения разрезанных карт?
103. Что такое разложение в растр?

104. Какова математическая основа растрового разложения в алгоритме Брезенхема?
105. По какому критерию инициализируется пиксель в этом алгоритме?
106. Чем отличаются ветви алгоритма при углах наклона  $<45^\circ$  и  $>45^\circ$ ?
107. Какую часть окружности достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить окружность целиком?
108. Какую часть эллипса достаточно построить, чтобы затем путем отражений получить эллипс целиком?
109. Назовите два типа алгоритмов заполнения областей.
110. Какая структура данных используется в алгоритмах с затравкой?
111. Какие данные используются при построении растровой развертки треугольника?
112. Что такое эффект полос Маха?
113. Чем отличается диффузное отражение от зеркального?
114. От чего зависит интенсивность освещения точки поверхности при диффузном отражении?
115. От чего зависит интенсивность освещения точки поверхности при зеркальном отражении?
116. Какие параметры учитывает модель зеркального отражения, предложенная Фонгом?
117. Меняется ли интенсивность освещения при плоском закрашивании грани?
118. Какой параметр интерполируется при закрашивании методом Гуро?
119. Какой параметр интерполируется при закрашивании методом Фонга?
120. В чем состоит идея алгоритмов антиэлайзинга, основанных на уровне детализации растра?
121. Какой параметр используется в алгоритме антиэлайзинга, учитывающем размеры пикселя?
122. Какие этапы выделяются в свето-теневом анализе?
123. К какому типу относится алгоритм Аппеля: итеративному или рекурсивному?
124. Возможно ли использование алгоритма Аппеля для сцен с неполным затенением?
125. Что такое теневой буфер? Чем он отличается от традиционного Z-буфера?
126. В чем состоит модификация алгоритма Вейлера-Азертонна для выполнения свето-теневого анализа?
127. В какой модели освещенности можно использовать метод излучательности?
128. Чем отличается трассировка лучей в глобальной модели освещенности от метода удаления невидимых граней?
129. Какие составляющие интенсивности рассматриваются в методе трассировки?
130. Каким образом можно использовать двоичные деревья в алгоритме трассировки?

131. Какой способ задания поверхности наиболее удобен для текстурирования?

132. В чем состоит идея моделирования микрорельефа при нанесении текстур?

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Программой дисциплины в целях проверки прочности усвоения материала предусматривается проведение различных форм контроля:

1. «Входной» контроль определяет степень сформированности знаний, умений и навыков обучающегося, необходимым для освоения дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин.

2. Тематический контроль определяет степень усвоения обучающимися каждого раздела (темы в целом), их способности связать учебный материал с уже усвоенными знаниями, проследить развитие, усложнение явлений, понятий, основных идей.

3. Межсессионная аттестация – рейтинговый контроль знаний студентов, проводимый в середине семестра.

4. Рубежной формой контроля является зачет. Изучение дисциплины завершается зачетом, проводимым в виде письменного опроса с учетом текущего рейтинга.

Рейтинговая оценка знаний студентов проводится по следующим критериям:

Вид оцениваемой учебной работы студента	Баллы за единицу работы	Максимальное значение
Посещение всех лекции	макс. 5 баллов	5
Присутствие на всех лабораторных практических занятиях	макс. 5 баллов	5
Оценивание работы на семинарских, практических, лабораторных занятиях	макс. 10 баллов	10
Самостоятельная работа	макс. 40 баллов	40
Итого		60

Неявка студента на промежуточный контроль в установленный срок без уважительной причины оценивается нулевым баллом. Повторная сдача в течение семестра не разрешается.

Дополнительные дни отчетности для студентов, пропустивших контрольную работу по уважительной причине, подтвержденной документально, устанавливаются преподавателем дополнительно.

Лабораторные работы, пропущенные без уважительной причины, должны быть отработаны до следующей контрольной точки, если сдаются позже, то оцениваются в 1 балл.

Студенты, набравшие от 51 до 100 баллов, получают зачет по дисциплине без проведения дополнительных испытаний, если сумма набранных баллов меньше 50, то студент пишет итоговый тест по дисциплине в последнюю учебную неделю семестра.

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является **(зачет)**. Зачет проводится по тестам или по билетам, которые включают 2 (два) теоретических вопроса.

Оценка знаний студентов производится по следующим критериям:

- знание на хорошем уровне содержания вопроса;
- знание на хорошем уровне терминологии компьютерной графики;
- знание на хорошем уровне перспектив и направлений развития компьютерной графики;
- использование в ответе материала из дополнительной литературы;
- умение привести практический пример использования конкретных приемов и методов компьютерной графики;
- использование в ответе самостоятельно найденных примеров;
- наличие собственной точки зрения по проблеме и умение ее защитить;
- знание на хорошем уровне методов, алгоритмов и технологий построения, функционирования и использования компьютерной графики;
- умение четко, кратко и логически связно изложить материал.

При соответствии ответа учащегося на зачете более чем 50 % критериев из этого списка выставляется оценка «зачет», в случае несоответствия – «незачет».

Вторым вариантом проведения зачета является проверка знаний учащихся с помощью электронных тестов, в этом случае оценка «зачет» ставится при правильном ответе как минимум на 60 % предложенных вопросов.

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

### **Основная литература**

1. Боресков, А.В. Компьютерная графика: динамика, реалистические изображения / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - Москва : Диалог-МИФИ, 1995. - 280 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-86404-061-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=54731> (11.04.2018).
2. Шикин, Е.В. Компьютерная графика: полигональные модели / Е.В. Шикин, А.В. Боресков. - Москва : Диалог-МИФИ, 2005. - 462 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-86404-139-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89300> (03.08.2018).
3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : практические советы / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. П.А. Чочиа, Л.И. Рубанова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 1104 с. : ил.,табл., схем. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-331-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233465> (26.06.2018).

#### **Дополнительная литература**

1. Ковтанюк, Ю.С. CorelDRAW X3 на примерах / Ю.С. Ковтанюк. - Москва : Диалог-МИФИ, 2007. - 352 с. : табл., ил., схем. - ISBN 5-86404-211-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=54775> (21.08.2018)
2. Молочков, В.П. Основы работы в Adobe Photoshop CS5 / В.П. Молочков. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. - 236 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234169> (21.08.2018).
3. Олби, Т. Компьютерная графика в кинематографе. Создание фильма «Призрачный воин» / Т. Олби ; пер. И. Чумаченко. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 368 с. - ISBN 5-98003-254-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227070> (21.08.2018)
4. Васильев С.А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование в информационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров направлений подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника», 230400 «Информационные системы и технологии» очной формы обучения / С.А. Васильев, И.В. Милованов. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 81 с. — 978-5-8265-1432-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64103.html>
5. Компьютерная графика. Часть 1 [Электронный ресурс] : методическое пособие по выполнению домашних заданий и контрольных работ / В.Н. Смоляков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2010. — 134 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61297.html>

## **17. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. *Образовательные фильмы на различные темы. Лекции в ведущих российских и зарубежных вузах. Научная конференция или научно - популярная лекция по интересующему вопросу Открытый образовательный видеопортал UniverTV.ru.*  
<http://univertv.ru/video/matematika/>
2. *Интернет-библиотека и пользовательские сервисы для полноценной работы с библиотечными фондами. Свободный доступ к электронным учебникам, справочным и учебным пособиям. Электронная библиотека IQlib образовательных и просветительских изданий.* <http://www.iqlib.ru/>
3. *ГОСТ Р 7.0.5.-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Введ. 2009-01-01. - М.: Стандартинформ, 2008. - 22 с.* (<http://gostexpert.ru/gost/gost-7.0.5-2008>, *Российское образование" Федеральный портал. Каталог образовательных интернет-ресурсов.* URL: <http://www.edu.ru/index.php>;
4. *Федеральное агентство по образованию РФ.* URL: <http://www.ed.gov.ru/>
5. *Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации.* URL: <http://mon.gov>
6. *Электронные образовательные ресурсы [Электронный ресурс]: Курс лекций по компьютерной геометрии и графике Гаджиев А.М. /Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2016 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).*

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студенты очной формы обучения нормативного срока обучения изучают дисциплину "Компьютерная геометрия и графика" в течение 5 семестра. Виды и объем учебных занятий, формы контроля знаний приведены в табл. 1. Темы и разделы рабочей программы, количество лекционных часов и количество часов самостоятельной работы студентов на каждую из тем приведены в табл. 2. В первой колонке этой таблицы указаны номера тем согласно разделу 4. Организация лабораторного практикума, порядок подготовки к лабораторным занятиям и методические указания к самостоятельной работе студентов, а также порядок допуска к лабораторным занятиям и отчетности по проделанным работам определены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения лекционного материала заключается в проработке каждой темы в соответствии с

методическими указаниями, а также в подготовке выполнения лабораторных работ, которые выдаются преподавателем на лекционных занятиях.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Программные продукты

- Операционная система: Операционные системы семейства Windows
  - Microsoft Office.
  - Программный учебный модуль (разработанный сотрудниками МИРЭА).
  - На лабораторных занятиях используются графические программные продукты (Adobe Photoshop, Corel DRAW).
  - Инструментальные средства (языки программирования, Python)
- Лабораторные занятия проводятся в классах персональных ЭВМ;

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Технические средства

- Компьютерный класс;
  - Глобальная и локальная вычислительная сеть; - 11 компьютеров
  - Проектор;
- а) Мультимедийная аудитория - для лекций;
- б) Компьютерный класс, оборудованный для проведения лабораторных работ средствами оргтехники, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет.

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория на курсе, оборудованная интерактивной доской, мультимедийным проектором с экраном.