

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

*[Handwritten signature]*  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Компьютерная графика**

направление подготовки:

09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность программы (профиль):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 920
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель : к.ф.-м.н, доцент  (Осипов О.В.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Семернин А.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Разработка программного обеспечения	ПК-2. Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем	ПК-2.1. Анализирует и выбирает необходимую технологию разработки программного обеспечения для решения профессиональных задач	Знания
		ПК-2.2. Использует современные технологии разработки программного обеспечения для решения прикладных задач	Навыки
		ПК-2.3. Использует необходимые стандарты и модели жизненного цикла программного обеспечения при разработке и реализации программного обеспечения	Навыки
		ПК-2.4. Применяет языки программирования различного уровня для написания компонентов программных продуктов	Навыки
		ПК-2.5. Понимает формальные методы конструирования программного обеспечения	Умения
		ПК-2.6. Использует методы, инструменты и технологии обеспечения качества программного обеспечения	Навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция** ПК-2. Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Архитектура вычислительных систем
2.	Алгоритмы и структуры данных
3.	Объектно-ориентированное программирование
4.	Компьютерная графика
5.	Методы анализа данных
6.	Теория информации
7.	Технологии Web-программирования
8.	Проектирование клиент-серверных приложений
9.	Параллельное программирование
10.	Программирование микроконтроллеров
11.	Основы искусственного интеллекта
12.	Безопасность программно-информационных систем
13.	Теория автоматов и формальных языков
14.	Основы построения трансляторов
15.	Программирование на языке Java
16.	Программирование на языке Python
17.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации: *дифференцированный зачёт.*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №5
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	73	73
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Форма промежуточная аттестация	дифф. зачёт	дифф. зачёт

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объём

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	История и перспективы развития компьютерной графики				
	Становление и развитие компьютерной графики. Современные средства для разработки графических приложений. Тенденции развития компьютерной графики. Виртуальная реальность. Дополненная реальность. Виды и сферы использования компьютерной графики. Цветовосприятие. Физика света.	4	–	4	5
2.	Основы двумерной компьютерной графики				
	Графические примитивы. Закраска примитивов. Построение графиков функций на декартовой плоскости. Мировая и экранная системы координат. Создание графических приложений в среде Qt C++. Инструменты построения графических объектов: кисть, шрифт, перо. Форматы представления цветов.	6	–	6	7
3.	Аффинные преобразования и проектирование				
	Однородные координаты точки. Аффинные преобразования на плоскости и в пространстве: перенос, поворот, масштабирование, отражение. Виды проектирования: косоугольное, ортографическое, центральное. Создание анимированных изображений на плоскости.	6	–	6	9
4.	Обработка трёхмерных графических объектов				
	Буфер глубины. Пирамида видимости. Отсечение невидимых поверхностей. Сортировка объектов по глубине. Алгоритмы удаления невидимых поверхностей. Метод Фонга. Метод Гуро. Триангуляция Делоне. Обработка полигональных моделей. Алгоритм проверки принадлежности точки выпуклому многоугольнику. Управление объектами сцены мышью. Хранение моделей в формате obj.	6	–	6	7
5.	Основы высокоуровневой 3D-графики				
	Устройство графического процессора (GPU). Современные библиотеки 3D-графики: OpenGL, DirectX. Этапы рендеринга геометрических моделей.	4	–	4	7
6.	Программирование шейдеров в Qt OpenGL				
	Рисование геометрических объектов. Преобразования	4	–	4	15

	объектов в пространстве. Видовая матрица. Матрица проектирования. Камера. Типы данных в GLSL. Фрагментный шейдер. Вершинный шейдер. Модель освещения Фонга. Виды источников света. Текстурирование. Материал. Прозрачность. Фильтрация. Сглаживание. Буферизация вывода.				
7.	Форматы хранения графической информации				
	Структура файлов растровой графики (bmp, jpg, png, tiff,...). Форматы хранения данных векторной графики.	4	–	4	5
	ВСЕГО	34		34	55

## 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к лабораторным занятиям
семестр №5				
1	История и перспективы развития компьютерной графики, Основы двумерной компьютерной графики	Использование графических GDI примитивов для построения изображения на плоскости. Создание простейшего графического приложения в среде Qt Creator C++.	4	3
2	Основы двумерной компьютерной графики	Построение графиков функций на декартовой плоскости.	3	3
3	Аффинные преобразования и проектирование	Аффинные преобразования на плоскости. Создание простейшей анимации.	4	3
4	Аффинные преобразования и проектирование	Аффинные преобразования и проектирование в пространстве.	4	3
5	Обработка трёхмерных графических объектов	Закраска полигональных моделей. Отсечение невидимых граней. Сортировка объектов по глубине.	3	4
6	Обработка трёхмерных графических объектов	Освещение полигональных моделей в пространстве.	3	4
7	Основы высокоуровневой 3D-графики	Создание простейших геометрических моделей в OpenGL.	3	4
8	Программирование шейдеров в Qt OpenGL	Создание фрагментного, вершинного шейдеров в GLSL	3	4
9	Программирование шейдеров в Qt OpenGL	Освещение в GLSL	4	3
10	Программирование шейдеров в Qt OpenGL, Форматы хранения графической информации	Текстурирование в GLSL	3	3
ИТОГО:			34	34

### 4.3. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным план включает одно расчётно-графическое задание, для выполнения которого предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента.

*Цель РГЗ:* разработка графического приложения для моделирования окружения, включающего простейшие геометрические объекты и модели. РГЗ обязательно должно включать следующие компоненты: текстурирование, закрашка, освещение объектов. Должна быть предусмотрена возможность освещения различными типами источников света. Пользователь программы должен иметь возможность изменять положение и угол поворота камеры, количество источников света, положение некоторых объектов.

Типовые задания РГЗ:

Разработать программу для изображения сцены, включающей графические объекты из какой-либо предметной области:

1. Сцена для игры (настольная игра, шахматы, лего, кубики или др.);
2. Трёхмерные модели реальных объектов различной величины;
3. Простейшая трёхмерная компьютерная игра (симулятор гонок, стратегия или другой жанр);
4. Моделирование физического процесса (поверхность воды, распространение волн, столкновение упругих шаров);
5. Визуализация научных вычислений (графики в трёхмерном пространстве, тепловые карты);
6. Геометрические задачи в OpenGL, например:
  - 6.1. Сортировка прозрачных объектов по глубине,
  - 6.2. Нахождение пересечения селектирующего луча с объектами на сцене,
  - 6.3. Отсечение невидимых объектов с использованием пирамиды видимости;
7. Трёхмерное окружение, включающее дом, деревья, источники света внутри и вне дома, мебель и другие произвольные объекты;
8. Изучение физического движка Havok Physics.

Для выполнения РГЗ следует использовать шейдерный язык программирования GLSL совместно с любым другим языком высокого уровня, например, C++ или Python.



## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

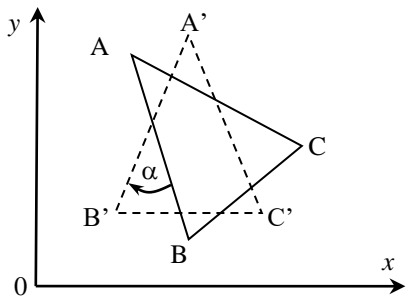
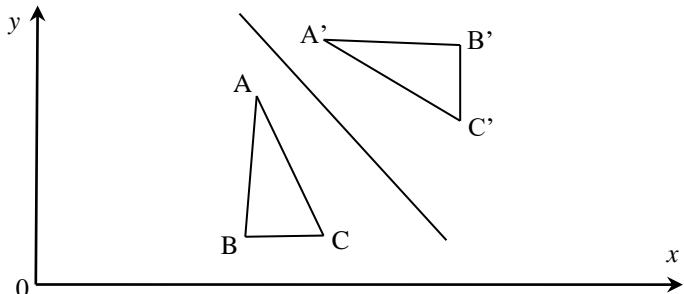
### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-2.** Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Анализирует и выбирает необходимую технологию разработки программного обеспечения для решения профессиональных задач	Защита лабораторных работ, дифференцированный зачёт
ПК-2.2. Использует современные технологии разработки программного обеспечения для решения прикладных задач	Защита лабораторных работ, защита РГЗ
ПК-2.3. Использует необходимые стандарты и модели жизненного цикла программного обеспечения при разработке и реализации программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, дифференцированный зачёт
ПК-2.4. Применяет языки программирования различного уровня для написания компонентов программных продуктов	Защита лабораторных работ, защита РГЗ
ПК-2.5. Понимает формальные методы конструирования программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита РГЗ
ПК-2.6. Использует методы, инструменты и технологии обеспечения качества программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, дифференцированный зачёт

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) дифференцированного зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	История и перспективы развития компьютерной графики	Этапы развития компьютерной графики. Программа Sketchpad. Структура графической подсистемы. Графические устройства ввода и вывода. Виртуальная реальность. Дополненная реальность. Виды компьютерной графики. Современные средства обработки графической информации.
2	Основы двумерной компьютерной графики	Преобразование мировых координат в экранные. Построение графиков функций. Табулирование функций. Определение шага разметки осей при построении графиков. Растровое представление отрезка. Алгоритм Брезенхейма. Растровая развёртка эллипса и окружности. Закраска многоугольника. Базовые инструменты для рисования объектов с использованием GDI (кисти, перья и т.д.). Классы Qt для работы с графикой.
3	Аффинные преобразования и проектирование	<p>Геометрический смысл однородных координат. Аффинные преобразования на плоскости и в пространстве: перенос, поворот, масштабирование, отражение. Произведение матриц преобразования и проектирования.</p> <p>Примерные задачи:</p> <p>1. С использованием аффинных преобразований найти координаты треугольника <math>A'B'C'</math>, полученного в результате поворота треугольника <math>ABC</math> вокруг его центра тяжести (см. рисунок ниже).</p>  <p>2. С использованием аффинных преобразований найти координаты треугольника <math>A'B'C'</math>, полученного в результате отражения треугольника <math>ABC</math> относительно прямой <math>y=10-x</math> (см. рисунок ниже).</p>  <p>Центральная проекция. Косоугольная проекция. Ортографическая проекция. Аксонометрическая проекция. Точка схода. Создание</p>

		анимированных изображений на плоскости с использованием аффинных преобразований.
4	Обработка трёхмерных графических объектов	Освещение. Алгоритм Гуро. Алгоритм Фонга. Буфер глубины. Удаление невидимых граней. Триангуляция Делоне. Оптимизация вывода графических объектов. Попадание объектов внутрь пирамиды видимости.
5	Основы высокоуровневой 3D-графики	Устройство графического процессора (GPU). Современные библиотеки 3D-графики: OpenGL, DirectX. Этапы рендеринга геометрических моделей. Принципы создания партикловых эффектов.
6	Программирование шейдеров в Qt OpenGL	Построение простейших геометрических объектов. Поворот объектов сцены с использованием мыши. Движение камеры внутри сцены. Видовая матрица. Матрица проектирования. Освещение. Виды источников света. Текстурирование. Материал. Прозрачность. Фильтрация. Сглаживание. Буферизация вывода. Создание трёхмерной анимации. Вершинный шейдер. Фрагментный шейдер. Язык GLSL. Типы данных GLSL.
7	Форматы хранения графической информации	Структура файлов формата растровой графики. Загрузка растровых изображений из файла. Форматы хранения высокополигональных моделей. Основные принципы создания векторных изображений. Процедурная генерация текстур.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** проходит в течение семестра в виде выполнения, защиты лабораторных работ и одного РГЗ. Каждая лабораторная работа проходит процедуру допуска и защиты. Работа допускается к защите в том случае, если выполнены требования к её оформлению и поставленная задача решена правильно. Положительную оценку за выполненную лабораторную работу студент получает в том случае, если он выполнил все требования, предъявляемые к лабораторной работе, и защитил её. Защита лабораторных работ проводится в форме беседы с преподавателем. Для защиты необходимо выучить теоретический материал и выполнить задачу по программированию по теме защищаемой лабораторной работы. Оценивается уровень усвоения теоретического материала, а также качество разработанных программ и исходного кода.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы и задания
Лабораторная работа №1. Графические примитивы GDI	1. Дать определение понятиям: – кисть, перо; – графический примитив. 2. Форматы представления цветов HSV и RGB.

	<p>3. Классы Qt для работы графикой.</p> <p>4. Написать программу для градиентной заливки графического примитива (прямоугольника, круга или др.) в формате HSV или RGB.</p> <p>5. Создать простейшую анимацию с какими-либо эффектами: движение примитивов, изменение прозрачности и/или цвета примитивов во времени.</p>
Лабораторная работа №2. Построение графиков функций	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мировая система координат;</li> <li>– экранная система координат;</li> <li>– разрешение экрана;</li> <li>– предпочтительный шаг разметки.</li> </ul> <p>2. Преобразование мировых координат в экранные и наоборот.</p> <p>3. Алгоритма расчёта шага координатных разметок.</p> <p>4. Алгоритм построения графика функции от одного аргумента.</p> <p>5. Пример задачи: Пусть предпочтительный шаг <math>H = 100</math> пикселей, область определения <math>x \in [15, 200]</math>, ширина поля вывода <math>W = 1500</math> пикселей. Вычислить действительный шаг разметки координатной оси.</p> <p>6. Программно построить график функции <math>y = x \cdot \cos(x)</math> при <math>x \in [3.54, 10]</math>.</p>
Лабораторная работа №3. Аффинные преобразования на плоскости	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– однородные координаты точки;</li> <li>– аффинные преобразования.</li> </ul> <p>2. Виды аффинных преобразований.</p> <p>3. Вывод матриц аффинных преобразований на плоскости.</p> <p>4. Почему матрицы аффинных преобразований на плоскости имеют размер <math>3 \times 3</math>?</p> <p>5. Для чего вводятся однородные координаты?</p> <p>6. Пример задач:</p> <p>6.1. Изобразить вращающуюся пятиконечную звезду по центру экрана.</p> <p>6.2. Плавно масштабировать (циклически увеличивать, а потом уменьшать) во времени 5-конечную звезду по центру экрана.</p> <p>6.3. Нарисовать вращающийся треугольник с переменной прозрачностью. Прозрачность должна периодически увеличиваться, а потом уменьшаться таким образом, чтобы получился эффект мерцания.</p>
Лабораторная работа №4. Аффинные преобразования в пространстве	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– однородные координаты точки;</li> <li>– проектирование;</li> <li>– виды проекций;</li> <li>– точка схода, угол обзора;</li> <li>– аффинные преобразования в пространстве.</li> </ul> <p>2. Виды аффинных преобразований.</p> <p>3. Вывод матриц аффинных преобразований в пространстве.</p> <p>4. Вывод матриц проектирования.</p> <p>5. Почему матрицы аффинных преобразований в пространстве имеют размер <math>4 \times 4</math>?</p> <p>6. Для чего вводятся однородные координаты?</p> <p>7. Какие отличия у центральной и ортографической проекций?</p> <p>8. Пример задач:</p> <p>8.1. Создать анимацию: медленное вращение фигуры вокруг своего</p>

	<p>центра с постепенным удалением от наблюдателя.</p> <p>8.2. Написать вторую версию программы, используя вместо своего модуля для работы с матрицами стандартный класс QMatrix4x4. При этом обе программы должны работать идентично.</p> <p>8.3. Реализовать поворот фигуры на сцене «вслед» за мышью. Если мышь перемещается влево-вправо, то объект должен поворачиваться вокруг вертикальной оси; если вверх-вниз, то вокруг горизонтальной оси.</p>
Лабораторная работа №5. Алгоритмы удаления невидимых поверхностей	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– буфер глубины;</li> <li>– селектирующий луч;</li> <li>– отсечение невидимых поверхностей.</li> </ul> <p>2. Алгоритм определения принадлежности точки выпуклому многоугольнику.</p> <p>3. Алгоритмы сортировки многоугольников по глубине.</p> <p>4. Хранение 3D-моделей в формате obj.</p> <p>5. Пример задач:</p> <p>5.1. С помощью алгоритма определения принадлежности точки выпуклому многоугольнику реализовать выделение полигонов мышью. Выделенный полигон, который ближе к наблюдателю, должен быть подсвечен определённым цветом.</p> <p>5.2. Нарисовать трёхмерную модель с прозрачными гранями.</p> <p>5.3. Создать анимацию: движение трёхмерной фигуры в пространстве; изменение прозрачности и/или цвета фигуры во времени.</p>
Лабораторная работа №6. Знакомство с библиотекой OpenGL	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вершинный шейдер;</li> <li>– фрагментный шейдер;</li> <li>– видовая матрица;</li> <li>– матрица проектирования;</li> <li>– графический конвейер.</li> </ul> <p>2. Типы данных GLSL.</p> <p>3. Структуры хранения графических объектов.</p> <p>4. Компиляция шейдерных подпрограмм.</p> <p>5. Пример задач:</p> <p>Написать шейдерные подпрограммы для создания различных эффектов – например, пятен или отверстий на поверхности фигуры.</p>
Лабораторная работа №7. Освещение в GLSL	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– материал;</li> <li>– вектор нормали;</li> <li>– источник света.</li> </ul> <p>2. Модели освещения: Фонга, Гуро.</p> <p>3. Виды источников света (направленный, точечный, прожектор) и их характеристики.</p> <p>4. Компоненты источников света: фоновая, рассеянная и зеркальная.</p> <p>5. Пример задач:</p> <p>5.1. Создать освещение из нескольких движущихся источников света.</p> <p>5.2. Создать освещение из нескольких динамических источников света с изменяемыми во времени параметрами.</p>
Лабораторная работа №8. Текстурирование в	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– текстура;</li> <li>– текстель;</li> </ul>

GLSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>– карта нормалей;</li> <li>– карта прозрачности.</li> <li>2. Виды текстур.</li> <li>3. Процедурные текстуры.</li> <li>4. Алгоритмы сглаживания и текстурирования.</li> <li>5. Виды фильтрации.</li> <li>6. Пример задач: Создать модели с различными растровыми текстурами.</li> </ul>
------	---

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищённой, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

**Критерии оценки РГЗ:**

Оценка	Критерии оценивания
<b>5</b>	Написанная студентом программа полностью отлажена, не имеет ошибок, пояснительная записка составлена грамотно, имеются блок-схемы и спецификации основных подпрограмм, приведены результаты работы программы и тесты.
<b>4</b>	В написанной программе имеются незначительные ошибки-артефакты при визуализации графических моделей. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
<b>3</b>	Графическая модель имеет большое количество артефактов, т.е. программа является работоспособной, но плохо отлаженной. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
<b>2</b>	Написанная программа является неработоспособной, пояснительная записка не соответствует предъявляемым требованиям.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий компьютерной графики
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов компьютерной графики
	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
Навыки	Владение навыками решения типовых задач компьютерной графики
	Качество решения профессиональных задач компьютерной графики
	Самостоятельность решения профессиональных задач компьютерной визуализации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий компьютерной графики	Не знает терминов и определений компьютерной графики	Знает термины и определения компьютерной графики, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения компьютерной графики	Знает термины и определения компьютерной графики, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов компьютерной графики	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы компьютерной графики	Знает основные закономерности, соотношения, принципы компьютерной графики	Знает основные закономерности, соотношения, принципы компьютерной графики, интерпретирует их и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы компьютерной графики, может самостоятельно воспроизвести их и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство	Даёт неполные ответы на все	Даёт ответы на вопросы, но не все	Даёт полные, развёрнутые ответы

	вопросов	вопросы	из них полные	на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов компьютерной графики	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками решения типовых задач компьютерной графики	Не владеет навыками решения типовых задач компьютерной графики	Недостаточно хорошо владеет решением типовых задач компьютерной графики	Владеет навыками решения типовых задач компьютерной графики	Профессионально владеет навыками решения типовых задач компьютерной графики
Качество решения профессиональных задач компьютерной графики	Некачественно решает задачи компьютерной графики, допускает грубые ошибки	Недостаточно качественно решает задачи компьютерной графики, допускает	Недостаточно качественно решает задачи компьютерной графики,	Качественно решает задачи компьютерной графики



		и исправляет ошибки с посторонней помощью	допускает и исправляет ошибки самостоятельно	
Самостоятельность решения профессиональных задач компьютерной визуализации	Не может самостоятельно решать профессиональные задачи компьютерной визуализации	Решает профессиональные задачи компьютерной визуализации с посторонней помощью	При решении профессиональных задач компьютерной визуализации иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно решает профессиональные задачи компьютерной визуализации

**Критерии оценки:** для получения диф. зачёта необходимо знать теоретический лекционный материал, а также выполнить и защитить все 8 лабораторных работ и РГЗ.

#### Критерии оценки дифференцированного зачёта:

Оценка	Критерии оценивания
<b>5</b>	Студент имеет целостное понимание всего изученного теоретического материала и способен на высоком уровне самостоятельно решить технические задачи, связанные с программированием компьютерной графики. При написании программ способен создавать хорошо оптимизированный код с минимальным количеством логических ошибок. При получении зачёта студент правильно решил задачу по программированию и ответил на все дополнительные вопросы, заданные преподавателем.
<b>4</b>	При наличии некоторых незначительных пробелов в знании теоретического материала студент имеет целостное понимание всего изученного курса и способен на достаточном уровне самостоятельно решить технические задачи, связанные с компьютерной графикой. При получении зачёта студент правильно решил задачу по программированию с не принципиальными ошибками или некачественной оптимизацией, но ответил на большинство дополнительных вопросов, заданных преподавателем.
<b>3</b>	Студент имеет калейдоскопические знания из всего изученного курса, т.е. при наличии отдельных сведений не имеет целостного понимания всего пройденного материала, и способен только с посторонней помощью решать задачи по компьютерной графике. При получении зачёта студент решил простую задачу по аффинным преобразованиям на плоскости с незначительными ошибками. Студент ответил на дополнительные вопросы с некоторым количеством ошибок.
<b>2</b>	Студент не знает теоретический материал даже по отдельным разделам дисциплины и не ответил на дополнительные вопросы. При получении зачёта студент не решил даже простую задачу по вычислительной геометрии, содержащую только аффинные преобразования на плоскости.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Среды программирования Free Pascal, Dev C++ или CodeBlocks	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### Перечень основной литературы

1. Шикин А.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. – 461 с.
2. Брусенцева В.С., Смышляева Л.Г. Синтез изображений: Метод. указ. к выполн. лаборат. работ по курсу компьютерной графики для студ. спец. 220400. – Белгород: БелГТАСМ, 2000. – 34 с.
3. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 560 с.
4. Рост Р. Дж. OpenGL: трёхмерная графика и язык программирования шейдеров / Р. Дж. Рост. – СПб.: Питер, 2005. – 428 с.
5. Забелин, Л. Ю. Основы компьютерной графики и технологии трехмерного моделирования: учебное пособие / Л. Ю. Забелин, О. Л. Конюкова, О. В. Диль. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 259 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54792.html>.
6. Баранов, С. Н. Основы компьютерной графики: учебное пособие / С. Н. Баранов, С. Г. Толкач. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. — 88 с. — ISBN 978-5-7638-3968-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84276.html>
7. Васильев, С. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование в информационных системах: 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. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-1432-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64103.html>
8. Куликов, А. И. Алгоритмические основы современной компьютерной графики: учебное пособие / А. И. Куликов, Т. Э. Овчинникова. — 3-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 230 с. — ISBN 978-5-4497-0859-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101990.html>
9. Понарин, Я.П. Аффинная и проективная геометрия. [Электронный ресурс]: Учебные пособия – Электрон. дан. – М.: МЦНМО, 2009. – 288 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/9388>.
10. Перемитина, Т. О. Компьютерная графика: учебное пособие / Т. О. Перемитина. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-4332-0077-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13940.html>.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Лисяк, В. В. Математические основы компьютерной графики: преобразования, проекции, поверхности: учебное пособие / В. В. Лисяк. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. — 103 с. — ISBN 978-5-9275-3490-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107952.html>
2. Роджерс Д. Математические основы машинной графики: пер. со второго англ. изд. / Роджерс Д., Адамс Дж. — М.: Мир, 2001. — 604 с.
3. Глушаков С.В. Компьютерная графика: Учебный курс / С.В. Глушаков, Г.А. Кнабе. — М.: АСТ, 2001. — 500 с.
4. Порев В.Н. Компьютерная графика: Учебное пособие / В.Н. Порев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 428 с.
5. Петров М.Н. Компьютерная графика: учебное пособие / М.Н. Петров, В.П. Молочков. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2006. — 810 с. + 1 CD-ROM. (Учебник для вузов).
6. Рейнбоу В. Компьютерная графика: энциклопедия / В. Рэнбоу. — СПб.: Питер, 2003. — 766 с.
7. Голованов, Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. — Издание с компакт-диском. — М.: Физматлит, 2002. — 472 с.
8. Краснов М. В. OpenGL. Графика в проектах Delphi. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 352 с: ил.
9. Вольф Д. OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов / пер. с англ. А.Н. Киселева. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 368 с.: ил.
10. Ярошевич В.А. 3D Моделирование. Лекции, практические занятия, лабораторный практикум. МИЭТ-2016.
11. Боресков А.В. Разработка и отладка шейдеров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 496 с.

### **Справочная и нормативная литература**

1. ГОСТ Р 34.701.1-92 Информационная технология. Машинная графика. Метафайл для хранения и передачи информации об описании изображения.
2. ГОСТ 27817-88 Системы обработки информации. Машинная графика. Функциональное описание ядра графической системы.
3. ГОСТ 27459-87 Системы обработки информации. Машинная графика. Термины и определения.

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. <http://www.gamedev.ru>

5. <http://pmg.org.ru/nehe>
6. <http://opengl-tutorial.blogspot.ru/p/blog-page.html>
7. [http://www.3dmir.ru/s\\_tutor.html](http://www.3dmir.ru/s_tutor.html)
8. <http://compgraphics.info/2D>
9. [https://github.com/qtproject/learning-guides/tree/master/openGL\\_tutorial/src/examples](https://github.com/qtproject/learning-guides/tree/master/openGL_tutorial/src/examples)
10. [http://miet.aha.ru/3d/textbook/3d\\_20160911\\_14.pdf](http://miet.aha.ru/3d/textbook/3d_20160911_14.pdf)
11. [http://esate.ru/uroki/OpenGL/uroki\\_opengl/](http://esate.ru/uroki/OpenGL/uroki_opengl/)
12. [https://wiki.labomedia.org/images/1/10/Orange\\_Book\\_-\\_OpenGL\\_Shading\\_Language\\_2nd\\_Edition.pdf](https://wiki.labomedia.org/images/1/10/Orange_Book_-_OpenGL_Shading_Language_2nd_Edition.pdf)