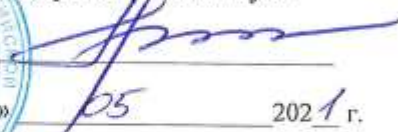


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ
Директор института


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
Профессиональные компетенции	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	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные виды компьютерной графики и сферы её использования; – принципы построения графических изображений различного назначения (деловая, научная, конструкторская и т.д.); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – создавать растровые и векторные изображения с использованием графических редакторов; – создавать алгоритмы обработки графических объектов различного типа; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками решения задач визуализации с использованием подходящих технологий разработки; – навыками работы с графическими редакторами и графическими устройствами ввода/вывода.
		ПК-2.2. Использует современные технологии разработки программного обеспечения для решения прикладных задач	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы разработки программного обеспечения, работающего с графическими устройствами вывода (графических редакторов, 3D-симуляторов и т.д.); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выводить текстовую и графическую информацию на различные устройства вывода с использованием библиотек языков программирования высокого уровня; – визуализировать процессы и модели с использованием современных 3D API. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками построения графических изображений в среде Qt Creator с использованием ресурсов центрального процессора (CPU)

		<p>ПК-2.4. Применяет языки программирования различного уровня для написания компонентов программных продуктов</p>	<p>и видеокарты (GPU).</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы обработки графических объектов: закраска примитивов, удаление невидимых поверхностей и линий, отсечение и триангуляция, развёртка, текстурирование, сортировка по глубине, освещение, затенение; – основные методы вычислительной геометрии; – способы хранения и представления графической информации; – принципы использования аффинных преобразований на плоскости и в пространстве; – стандарты современной машинной графики и форматы хранения графической информации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ориентироваться в современных технологиях построения графических приложений; – реализовывать алгоритмы обработки и визуализации графической информации на языках высокого уровня; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания графических приложений с использованием технологий GLSL, OpenGL (C++) на языках высокого уровня.
		<p>ПК-2.5. Понимает формальные методы конструирования программного обеспечения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы конструирования графического программного обеспечения; – графические стандарты и спецификации; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать ресурсы современных графических процессоров для конструирования графического программного обеспечения; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками проектирования трёхмерных графических приложений; – инструментами и библиотеками для конструирования графического программного обеспечения.

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.	Системы и среды программирования
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. единицы.

Форма промежуточной аттестации: *дифференцированный зачёт.*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №5
Общая трудоёмкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	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 промежуточной аттестации дифференцированный 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. Билинейная интерполяция. 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 и другие). 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	Кол-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

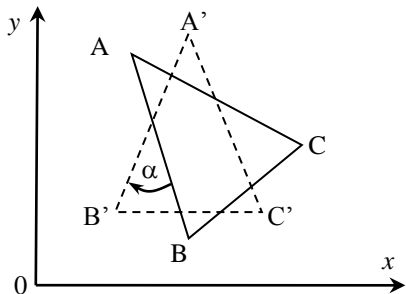
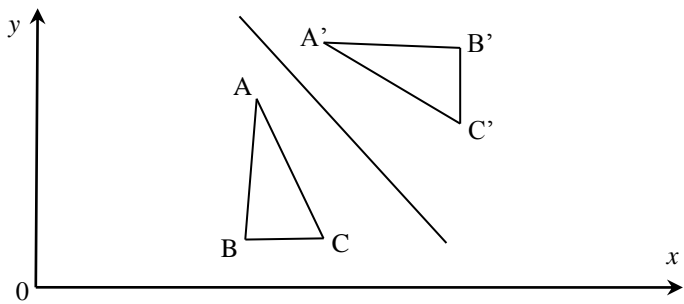
5.1. Реализация компетенций

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, 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

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для проведения дифференцированного зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	История и перспективы развития компьютерной графики (ПК-2)	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 (ПК-2)	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 (ПК-2)	<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 $A'B'C'$, полученного в результате поворота треугольника ABC вокруг его центра тяжести (см. рисунок ниже).</p>  <p>2. С использованием аффинных преобразований найти координаты треугольника $A'B'C'$, полученного в результате отражения треугольника ABC относительно прямой $y=10-x$ (см. рисунок ниже).</p>  <p>Центральная проекция. Косоугольная проекция. Ортографическая</p>

		проекция. Аксонометрическая проекция. Точка схода. Создание анимированных изображений на плоскости с использованием аффинных преобразований.
4	Обработка трёхмерных графических объектов (ПК-2)	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 (ПК-2)	Устройство графического процессора (GPU). Современные библиотеки 3D-графики: OpenGL, DirectX. Этапы рендеринга геометрических моделей. Принципы создания партикловых эффектов.
6	Программирование шейдеров в Qt OpenGL (ПК-2)	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 (ПК-2)	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.	1. Дать определение понятиям: – кисть, перо;

<p>Графические примитивы GDI (ПК-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – графический примитив. 2. Форматы представления цветов HSV и RGB. 3. Классы Qt для работы графикой. 4. Написать программу для градиентной заливки графического примитива (прямоугольника, круга или др.) в формате HSV или RGB. 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 (ПК-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Дать определение понятиям: <ul style="list-style-type: none"> – мировая система координат; – экранная система координат; – разрешение экрана; – предпочтительный шаг разметки. 2. Преобразование мировых координат в экранные и наоборот. 3. Алгоритма расчёта шага координатных разметок. 4. Алгоритм построения графика функции от одного аргумента. 5. Пример задачи: Пусть предпочтительный шаг $H = 100$ пикселей, область определения $x \in [15, 200]$, ширина поля вывода $W = 1500$ пикселей. Вычислить действительный шаг разметки координатной оси. 6. Программно построить график функции $y = x \cdot \cos(x)$ при $x \in [3.54, 10]$.
<p>Лабораторная работа №3. Аффинные преобразования на плоскости (ПК-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Дать определение понятиям: <ul style="list-style-type: none"> – однородные координаты точки; – аффинные преобразования. 2. Виды аффинных преобразований. 3. Вывод матриц аффинных преобразований на плоскости. 4. Почему матрицы аффинных преобразований на плоскости имеют размер 3×3? 5. Для чего вводятся однородные координаты? 6. Пример задач: <ul style="list-style-type: none"> 6.1. Изобразить вращающуюся пятиконечную звезду по центру экрана. 6.2. Плавно масштабировать (циклически увеличивать, а потом уменьшать) во времени 5-конечную звезду по центру экрана. 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 (ПК-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Дать определение понятиям: <ul style="list-style-type: none"> – однородные координаты точки; – проектирование; – виды проекций; – точка схода, угол обзора; – аффинные преобразования в пространстве. 2. Виды аффинных преобразований. 3. Вывод матриц аффинных преобразований в пространстве. 4. Вывод матриц проектирования. 5. Почему матрицы аффинных преобразований в пространстве имеют размер 4×4? 6. Для чего вводятся однородные координаты? 7. Какие отличия у центральной и ортографической проекций?

	<p>8. Пример задач:</p> <p>8.1. Создать анимацию: медленное вращение фигуры вокруг своего 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>
<p>Лабораторная работа №5. Алгоритмы удаления невидимых поверхностей (ПК-2)</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – буфер глубины; – селектирующий луч; – отсечение невидимых поверхностей. <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>
<p>Лабораторная работа №6. Знакомство с библиотекой OpenGL (ПК-2)</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вершинный шейдер; – фрагментный шейдер; – видовая матрица; – матрица проектирования; – графический конвейер. <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>
<p>Лабораторная работа №7. Освещение в GLSL (ПК-2)</p>	<p>1. Дать определение понятиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> – материал; – вектор нормали; – источник света. <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>

<p>Лабораторная работа №8. Текстурирование в GLSL (ПК-2)</p>	<p>1. Дать определение понятиям: – текстура; – текстель; – карта нормалей; – карта прозрачности.</p> <p>2. Виды текстур.</p> <p>3. Процедурные текстуры.</p> <p>4. Алгоритмы сглаживания и текстурирования.</p> <p>5. Виды фильтрации.</p> <p>6. Пример задач: Создать модели с различными растровыми текстурами.</p>
--	---

После изучения каждого раздела дисциплины для проверки усвоения изученного материала проводится тестирование. Каждый тест включает в себя 15 вопросов. Время выполнения заданий теста составляет 15 минут. Типовые тестовые задания представлены в таблице:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	История и перспективы развития компьютерной графики (ПК-2)	<p>Задание 1 Что изучает компьютерная графика? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Законы распространения света и его взаимодействия с материей; 2) Методы создания математических моделей и технических чертежей; 3) Техники создания картин с использованием карандашей, красок и кистей; 4) Алгоритмы создания, обработки геометрических объектов и их изображений. <p>Задание 2 Как называется графическая технология, позволяющая создать искусственную среду, имитирующую реальный мир? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Виртуальная реальность; 2) Зеркальная реальность; 3) Объективная реальность; 4) Параллельная реальность. <p>Задание 3 Что такое дополненная реальность? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вымышленная реальность, созданная на основе компьютерной модели; 2) Технология, позволяющая добавлять в изображения реального мира виртуальные объекты; 3) Модель реального мира, представляющая собой компьютерную игру; 4) Интегрированная среда для создания трёхмерных моделей. <p>Задание 4 Графика какого вида представляет изображение в виде двумерной матрицы пикселей? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Растровая; 2) Векторная; 3) Воксельная; 4) Фрактальная. <p>Задание 5 Кто создал в 1963 году компьютерную программу Sketchpad? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Иван Сазерленд; 2) Билл Гейтс; 3) Илон Маск; 4) Стив Джобс. <p>Задание 6</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>Как называется советский мультфильм, созданный в 1968 году с помощью машины БЭСМ-4, являющийся одним из первых примеров компьютерной анимации? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Теремок; 2) Кораблик; 3) Лиса-строитель; 4) Кошечка. <p>Задание 7 Какой вид компьютерной графики изучает методы визуализации графиков и математических моделей? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Конструкторская; 2) Научная; 3) Иллюстративная; 4) Деловая. <p>Задание 8 Что такое растеризация? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Уменьшение разрешения растрового изображения; 2) Передача по шине сигнала от графической карты к монитору; 3) Преобразование векторного изображения в растровое; 4) Преобразование растрового изображения в векторное. <p>Задание 9 Какой из перечисленных графических редакторов является векторным? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) GIMP; 2) CorelDraw; 3) Adobe Photoshop; 4) Paint. <p>Задание 10 Как называются технологии, которые обеспечивает одновременную работу со звуком и графикой в интерактивном режиме? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Технологии дополненной реальности; 2) Технологии трассировки лучей; 3) Web-технологии; 4) Мультимедийные технологии. <p>Задание 11 Какой вид компьютерной графики описывает объекты математическими уравнениями? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Растровая; 2) Векторная; 3) Фрактальная; 4) Анимационная. <p>Задание 12 Какой цвет имеет наибольшую длину волны? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Зелёный; 2) Жёлтый; 3) Синий; 4) Красный. <p>Задание 13 Что такое разрешение изображения? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Количество пикселей, которые составляют изображение вдоль горизонтальной и вертикальной осей; 2) Количество бит, используемых для хранения информации о цвете каждого пикселя изображения;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>3) Размер файла изображения, который оно занимает во внешней памяти; 4) Назначенные пользователю права доступа к изображению.</p> <p>Задание 14 Для чего используется конструкторская графика? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Визуализация результатов вычислительных экспериментов; 2) Создание технических чертежей проектируемых деталей и устройств; 3) Программирование интерактивных и развлекательных приложений; 4) Оцифровка бумажного текстового и графического материала. <p>Задание 15 Что такое глубина цвета? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Общее количество использованных при построении изображения цветов; 2) Среднее расстояние в трёхмерном пространстве от экранной плоскости до всех пикселей заданного цвета; 3) Количество бит, используемых для хранения информации о цвете каждого пикселя изображения; 4) Количество пикселей в изображении, которые имеют заданный цвет.
2	<p>Основы двумерной компьютерной графики (ПК-2)</p>	<p>Задание 1 Какие из перечисленных ниже инструментов доступны при программировании графических приложений? <i>Выберите несколько из 5 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Кисть; 2) Растворитель; 3) Перо; 4) Тушь; 5) Гуашь. <p>Задание 2 В каких единицах измеряются координаты в экранной системе координат? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Пиксели; 2) Тексели; 3) Миллиметры; 4) Дюймы. <p>Задание 3 Какая система координат используется для определения положения графического объекта в трёхмерном пространстве? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Цилиндрическая; 2) Экранная; 3) Мировая; 4) Полярная. <p>Задание 4 Какой графический инструмент предназначен для построения контура плоской фигуры? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Кисть; 2) Перо; 3) Ластик; 4) Заливка. <p>Задание 5 Какие цвета включает в себя цветовая модель RGB? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Зелёный, жёлтый, синий; 2) Белый, красный, синий; 3) Красный, зелёный, синий; 4) Голубой, жёлтый, пурпурный. <p>Задание 6 Что из перечисленного не является цветовой моделью?</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) HSV; 2) RGB; 3) CMYK; 4) BMP. <p>Задание 7 Какие компоненты включает в себя цветовая модель HSV? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тон, частота, контрастность; 2) яркость, чёткость, прозрачность; 3) резкость, яркость, прозрачность; 4) тон, насыщенность, яркость. <p>Задание 8 Каким минимальным количеством линий достаточно аппроксимировать график функции, чтобы он выглядел плавным? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) По одной линии на пиксель; 2) По одной линии на сантиметр; 3) По одной линии на пять пикселей; 4) По пять линий на сантиметр. <p>Задание 9 Что такое мировая система координат? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Система координат текстуры, наложенной на полигон; 2) Система координат с началом в центре экрана монитора; 3) Система координат, которая определяет положение объектов в трёхмерном пространстве; 4) Локальная система координат трёхмерного объекта с началом координат в центре этого объекта. <p>Задание 10 Где располагается начало экранной системы координат оконного приложения? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) В левом нижнем углу окна; 2) В правом верхнем углу окна; 3) В левом верхнем углу окна; 4) В правом нижнем углу окна. <p>Задание 11 Какую форму имеет пиксель? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) серп; 2) треугольник; 3) звезда; 4) квадрат. <p>Задание 12 Какая из перечисленных цветовых моделей используется в полиграфии для смешивания красок? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) HSV; 2) RGB; 3) CMYK; 4) HSB. <p>Задание 13 Какому цвету в модели RGB соответствует параметры (255, 255, 255)? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) красный; 2) синий; 3) чёрный; 4) белый. <p>Задание 14</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>Какая заливка является градиентной? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сплошная заливка одним цветом; 2) Заливка узором; 3) Заливка текстурой; 4) Заливка с переходом от одного цвета к другому. <p>Задание 15 Что такое альфа-канал? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Параметр, определяющий глубину объекта; 2) Шина для передачи данных в графический процессор; 3) Параметр, определяющий прозрачность объекта; 4) Механизм передачи данных между графическими приложениями.
3	Аффинные преобразования и проектирование (ПК-2)	<p>Задание 1 При каком способе проектирования визуально ощутима глубина изображённых объектов? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ортографическое; 2) Косоугольное; 3) Перспективное; 4) Параллельное. <p>Задание 2 Как называются координаты, которые не изменяют положение определяемого объекта при умножении всех его координат на одно и то же ненулевое число? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Евклидовы; 2) Декартовы; 3) Экваториальные; 4) Однородные. <p>Задание 3 Какой смысл имеет четвёртая компонента (координата w) однородных координат? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Знаменатель, на который делятся первые три координаты для получения действительных координат точки; 2) Коэффициент, на который умножаются первые три координаты для получения действительных координат точки; 3) Числитель, который делится на первые три координаты для получения действительных координат точки; 4) Константа, которая прибавляется к первым трём координатам для получения действительных координат точки. <p>Задание 4 Как называются геометрические преобразования, используемые в компьютерной графике для поворота, переноса, масштабирования объектов? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Тожественные; 2) Аффинные; 3) Нелинейные; 4) Тригонометрические. <p>Задание 5 Какое геометрическое преобразование выполняет представленная матрица: $\begin{bmatrix} \cos a & -\sin a & 0 \\ \sin a & \cos a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}?$ <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поворот; 2) Перенос; 3) Масштабирование; 4) Отражение. <p>Задание 6</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>Какие из перечисленных преобразований являются аффинными? <i>Выберите несколько из 5 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Масштабирование; 2) Аппроксимация; 3) Сглаживание; 4) Рассеивание; 5) Поворот. <p>Задание 7 Для чего в компьютерной графике используются однородные координаты? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для экономии памяти; 2) Для увеличения точности вычислений; 3) Для выполнения аффинных преобразований; 4) Для расчёта глубины объектов. <p>Задание 8 Какое из перечисленных аффинных преобразований позволяет растянуть объект относительно начала координат? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Масштабирование; 2) Отражение; 3) Проектирование; 4) Преломление. <p>Задание 9 Какое геометрическое преобразование выполняет представленная матрица: $\begin{bmatrix} 1 & 0 & x \\ 0 & 1 & y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ?$ <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поворот; 2) Перенос; 3) Масштабирование; 4) Отражение. <p>Задание 10 Имеется несколько матриц аффинных преобразований. Какую матричную операцию необходимо выполнить над ними, чтобы применить к геометрическому объекту последовательность соответствующих этим матрицам аффинных преобразований? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Транспонирование; 2) Умножение; 3) Сложение; 4) Разложение. <p>Задание 11 Какие декартовы координаты соответствуют однородным координатам (10, 5, 5, 5)? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) (10, 5, 5); 2) (1/2, 1, 1); 3) (2, 1, 1); 4) (50, 25, 25). <p>Задание 12 Какие однородные координаты соответствуют декартовым координатам (4, 1, 2)? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) (4, 1, 2, 2); 2) (2, 1/2, 1, 2); 3) (8, 2, 4, 2); 4) (1/4, 1, 1/2, 4). <p>Задание 13 При каком способе проектирования проекция сохраняет исходный размер и</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>пропорции проектируемого объекта, а проецирующие прямые перпендикулярны картинной плоскости? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Косоугольная; 2) Центральная; 3) Ортографическая; 4) Перспективная. <p>Задание 14 Какое геометрическое преобразование выполняет представленная матрица: $\begin{bmatrix} \cos(\alpha) & 0 & \sin(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}?$</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поворот вокруг оси x; 2) Поворот вокруг оси y; 3) Поворот вокруг оси z; 4) Поворот вокруг вектора (1, 1, 1). <p>Задание 15 В каком порядке необходимо выполнить аффинные преобразования, чтобы повернуть объект на 30° вокруг точки (5, 5)? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поворот на 30° вокруг точки (0, 0), перенос вдоль вектора (5, 5); 2) Перенос вдоль вектора (5, 5), поворот на 30° вокруг точки (0, 0); 3) Перенос вдоль вектора (5, 5), поворот на 30° вокруг точки (0, 0), перенос вдоль вектора (-5, -5); 4) Перенос вдоль вектора (-5, -5), поворот на 30° вокруг точки (0, 0), перенос вдоль вектора (5, 5). <p>Задание 16 Какое геометрическое преобразование на плоскости выполняет представленное произведение матриц: $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \cos a & -\sin a & 0 \\ \sin a & \cos a & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & -5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}?$</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Поворот вокруг точки (-5, -5); 2) Масштабирование относительно точки (5, 5); 3) Поворот вокруг точки (5, 5); 4) Поворот вокруг точки (0, 0). <p>Задание 17 Какой вид проекций используется в компьютерных играх и программах виртуальной реальности? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Аксонометрическая; 2) Ортографическая; 3) Косоугольная; 4) Перспективная.
4	Обработка трёхмерных графических объектов (ПК-2)	<p>Задание 1 Что такое буфер глубины? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Двумерная матрица, в которой хранятся цвет и глубина каждого пикселя на экране; 2) Двумерная матрица, в которой хранятся мировые координаты каждого пикселя на экране; 3) Область памяти, в которой хранится максимальная глубина цвета каждого пикселя на экране; 4) Область памяти, в которой хранятся мировые координаты всех полигонов, изображённых на экране. <p>Задание 2 Что такое глубина объекта?</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Расстояние от объекта до дальней плоскости отсечения; 2) Координата x объекта; 3) Расстояние от объекта до экранной плоскости; 4) Расстояние от объекта до плоскости $x=0$. <p>Задание 3 Для чего используется буфер глубины? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для удаления невидимых граней; 2) Для хранения карты прозрачности; 3) Для выполнения аффинных преобразований; 4) Для хранения промежуточных кадров. <p>Задание 4 Как называется часть пространства, видимая на экране, ограниченная шестью плоскостями отсечения? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сектор видимости; 2) Пирамида видимости; 3) Буфер видимости; 4) Аффинное пространство. <p>Задание 5 Как называется механизм, устраняющий мерцания, связанные с задержками при рисовании большого количества объектов на экране? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Триангуляция; 2) z-буферизация; 3) Двойная буферизация; 4) Растеризация. <p>Задание 6 Как называется процесс разбиения поверхности трёхмерной модели на полигоны? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) z-буферизация; 2) Растеризация; 3) Триангуляция; 4) Текстурирование. <p>Задание 7 Что такое триангуляция? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Процесс разбиения поверхности трёхмерного объекта на полигоны; 2) Процесс определения площади поверхности трёхмерного объекта; 3) Процесс сортировки полигонов по глубине; 4) Процесс отсечения невидимых полигонов. <p>Задание 8 Как называется центр перспективной проекции? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точка схода; 2) Центр экрана; 3) Начало координат; 4) Точка зрения. <p>Задание 9 Из каких базовых геометрических примитивов строятся трёхмерные модели, используемые в растровой графике? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Параллелепипеды; 2) Круги; 3) Тетраэдры; 4) Полигоны. <p>Задание 10 В каком формате хранятся трёхмерные полигональные модели?</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) obj; 2) eps; 3) bmp; 4) mtl. <p>Задание 11 Как называется многогранник, состоящий из 4 граней? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Куб; 2) Октаэдр; 3) Икосаэдр; 4) Тетраэдр. <p>Задание 12 Для чего используются алгоритмы удаления невидимых поверхностей? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Рисование полупрозрачных объектов; 2) Построение ограничивающих объёмов; 3) Отсечение граней, не попадающих в кадр; 4) Отслеживание траектории лучей. <p>Задание 13 Какой метод освещения является наиболее реалистичным? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Метод постоянного закрашивания; 2) Метод Гуро; 3) Метод Фонга; 4) Метод плоского закрашивания. <p>Задание 14 Как называется гладкая кривая, проходящая через несколько точек? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Радиан; 2) Спрайт; 3) Сплайн; 4) Сопряжение. <p>Задание 15 Как называется луч, перпендикулярный экранной плоскости и используемый для выделения мышью объектов на сцене? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Лазерный луч; 2) Селектирующий луч; 3) Замкнутый луч; 4) Дополнительный луч.
5	Основы высокоуровневой 3D-графики (ПК-2)	<p>Задание 1 Что такое OpenGL? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Интегрированная среда разработки графических приложений для ОС Linux; 2) Спецификация, определяющая платформонезависимый программный интерфейс для написания графических приложений; 3) Набор исполняемых библиотек для ОС Windows, содержащих графические функции; 4) Документация по созданию графических приложений. <p>Задание 2 Что такое графический процессор? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Устройство для вывода изображений на печать; 2) Устройство для ускорения криптографических алгоритмов; 3) Устройство для ускорения алгоритмов обработки изображений; 4) Устройство для цифровой обработки сигналов. <p>Задание 3 Что такое DirectX?</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Набор компонентов для разработки кроссплатформенных приложений; 2) Интегрированная среда разработки графических приложений для ОС Linux; 3) Документация по созданию приложений с использованием WinAPI; 4) Набор компонентов для разработки мультимедийных приложений для ОС Windows. <p>Задание 4 Как называется специализированное устройство, предназначенное для ускорения алгоритмов обработки изображений?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Центральный процессор; 2) Графический процессор; 3) Математический сопроцессор; 4) Цифровой сигнальный процессор. <p>Задание 5 Где хранятся данные, обрабатываемые графическим процессором?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Оперативная память; 2) Внешняя память; 3) Кэш-память; 4) Видеопамять. <p>Задание 6 Какая характеристика графического процессора отвечает за количество параллельно исполняемых на ней шейдерных подпрограмм?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Пропускная способность памяти; 2) Объём видеопамяти; 3) Тактовая частота процессора; 4) Число универсальных процессоров. <p>Задание 7 Что такое рендеринг?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Копирование данных из оперативной памяти в видеопамять; 2) Передача графической информации к устройствам вывода; 3) Обработка графической информации каким-либо алгоритмом; 4) Мерцание изображения при разрыве кадров. <p>Задание 8 В какой последовательности шейдерные подпрограммы обрабатывают однотипные объекты (вершины, пиксели и т.д.)?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) По очереди; 2) Параллельно; 3) Случайно; 4) В конвейере. <p>Задание 9 Что такое шейдер?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Геометрический примитив, хранящийся в видеопамяти; 2) Подпрограмма, выполняемая на графическом процессоре; 3) Сетка трёхмерной графической модели; 4) Луч, выходящий перпендикулярно экранной плоскости. <p>Задание 10 Какой язык программирования предназначен для программирования шейдеров?</p> <p><i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) OpenGL; 2) OpenCL; 3) GLSL; 4) OpenMP.
6	Программирование	Задание 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
	шейдеров в Qt OpenGL (ПК-2)	<p>Как называется матрица, предназначенная для выполнения операций переноса, поворота и масштабирования объектов? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Матрица проектирования; 6) Видовая матрица; 7) Обратная матрица; 8) Нормальная матрица. <p>Задание 2 Какой источник света освещает только определённый сектор пространства, ограниченный конусом? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точечный; 2) Направленный; 3) Рассеянный; 4) Прожектор. <p>Задание 3 Какой из перечисленных алгоритмов имитирует освещение в пасмурную погоду? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Направленное освещение; 2) Фоновое освещение; 3) Точечное освещение; 4) Интенсивное освещение. <p>Задание 4 Как называется подпрограмма, которая выполняется на графическом процессоре и обрабатывает исходные координаты вершин объектов? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вершинный шейдер; 2) Фрагментный шейдер; 3) Пиксельный шейдер; 4) Геометрический шейдер. <p>Задание 5 Как называется подпрограмма, которая выполняется на графическом процессоре и рассчитывает цвет каждого пикселя конечного изображения на экране? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Геометрический шейдер; 2) Текстуриный шейдер; 3) Вершинный шейдер; 4) Фрагментный шейдер. <p>Задание 6 Какой метод фильтрации является лучшим? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Линейная; 2) Билинейная; 3) Трёхлинейная; 4) Анизотропная. <p>Задание 7 Как называют пиксели, из которых состоит текстура? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вексели; 2) Воксели; 3) Мипсели; 4) Тексели. <p>Задание 8 Как называют набор свойств, определяющих внешний вид графического объекта и его отражающие способности? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Атрибуты; 2) Материал; 3) Состав;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>4) Комплектация.</p> <p>Задание 9 Какой формат предназначен для хранения свойств материала графической модели? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) obj; 2) dwg; 3) rc; 4) mtl. <p>Задание 10 В каком интервале изменяются экранные координаты X, Y в OpenGL? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) (0, 1); 2) (0, 1024); 3) (-1, 1); 4) (-1000, 1000). <p>Задание 11 Как в GLSL объявляются глобальные переменные, которые передаются в шейдерную подпрограмму из главной программы и не меняются для всех вершин полигона? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) static; 2) uniform; 3) matrix; 4) varying. <p>Задание 12 Как в GLSL объявляются переменные, которые используются для передачи данных от вершинного шейдера к фрагментному? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) const; 2) uniform; 3) matrix; 4) varying. <p>Задание 13 Какая функция GLSL возвращает скалярное произведение векторов x и y? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) pow(x, y); 2) reflect(x, y); 3) cross(x, y); 4) dot(x, y). <p>Задание 14 Как выполняется фрагментный шейдер? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) По одному разу для массива полигонов; 2) По одному разу для каждого пикселя полигона; 3) По одному разу для каждой вершины полигона; 4) По одному разу для каждого полигона. <p>Задание 15 Какой тип данных GLSL может быть использован для хранения видовой матрицы трёхмерного преобразования? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vec4; 2) mat2; 3) ivec4; 4) mat4. <p>Задание 16 Наложение растровых изображений на трёхмерную модель для придания рельефности, фактуры и цвета – это... <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) текстурирование;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>2) рендеринг; 3) растеризация; 4) нормализация.</p> <p>Задание 17 В каком порядке нужно рисовать полупрозрачные объекты трёхмерной сцены, чтобы они выглядели правильно? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) Сначала маленькие, потом большие; 2) Сначала ближние, потом дальние; 3) Сначала большие, потом маленькие; 4) Сначала дальние, потом ближние.</p> <p>Задание 18 Как называется набор трёхмерных объектов и моделей, которые пользователь наблюдает на экране? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) Сцена; 2) Перспектива; 3) Ландшафт; 4) Панорама.</p> <p>Задание 19 В шейдерной подпрограмме объявлен вектор «vec4 A». Какой тип имеет переменная «A.rgb»? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) vec2; 2) vec3; 3) vec4; 4) ivec3.</p> <p>Задание 20 Что такое трассировка лучей? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) Вычисление количества лучей, исходящих от источника света; 2) Рисование лучей, исходящих перпендикулярно от источника света; 3) Определение интенсивности источников света, расположенных на сцене; 4) Отслеживание взаимодействия отдельных лучей с поверхностями.</p>
7	<p>Форматы хранения графической информации (ПК-2)</p>	<p>Задание 1 Какие из предложенных файлов являются графическими? <i>Выберите несколько из 5 вариантов ответа:</i> 1) *.txt; 2) *.png; 3) *.jpeg; 4) *.xls; 5) *.cpp.</p> <p>Задание 2 Какой из перечисленных форматов изображений является растровым? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) AI; 2) EPS; 3) PDF; 4) BMP.</p> <p>Задание 3 Как обозначается такая характеристика растрового изображения как количество точек на дюйм? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i> 1) DPI; 2) LPI; 3) MIPS; 4) FPS.</p> <p>Задание 4 Как называется эффект, который наблюдается при увеличении растрового</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>изображения? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Растеризация; 2) Векторизация; 3) Пикселизация; 4) Деформация. <p>Задание 5 Из чего состоит векторное изображение? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Пиксели; 2) Геометрические примитивы; 3) Символы; 4) Вектора. <p>Задание 6 Какой формат файлов используется для хранения анимационных изображений? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) BMP; 2) JPEG; 3) GIF; 4) PCX. <p>Задание 7 Как называется наименьший элемент растрового изображения? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Пиксель; 2) Вексель; 3) Воксель; 4) Тексель. <p>Задание 8 Как называют изображение, выполненное в оттенках серого? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Полноцветное; 2) Полутоновое; 3) Бинарное; 4) Градиентное. <p>Задание 9 Как называются таблица, в которой хранится пронумерованный список цветов, используемых в изображении? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Цветовая матрица; 2) Шкала тональности; 3) Цветовая палитра; 4) Цветовая шкала. <p>Задание 10 Какой из перечисленных форматов изображений является векторным? <i>Выберите один из 4 вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) JPEG; 2) EPS; 3) PNG; 4) GIF.

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
5	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.
4	В написанной программе имеются незначительные ошибки-артефакты при визуализации графических моделей. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
3	Графическая модель имеет большое количество артефактов, т.е. программа является работоспособной, но плохо отлаженной. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
2	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 дифференцированного зачёта необходимо знать теоретический лекционный материал, а также выполнить и защитить все лабораторные работы и РГЗ.

Критерии оценки дифференцированного зачёта:

Оценка	Критерии оценивания
5	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.
4	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 незначительными ошибками или некачественной оптимизацией, но ответил на большинство дополнительных вопросов, заданных преподавателем.
3	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.
2	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	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302 Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	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	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Среды программирования Dev C++ , CodeBlocks, Visual Studio Community Edition	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	ОС Linux	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
8. <http://compgraphics.info/2D>
9. https://github.com/qtproject/learning-guides/tree/master/openGL_tutorial/src/examples
10. http://miet.aha.ru/3d/textbook/3d_20160911_14.pdf
11. http://esate.ru/uroki/OpenGL/uroki_opengl/
12. https://wiki.labomedia.org/images/1/10/Orange_Book_-_OpenGL_Shading_Language_2nd_Edition.pdf