

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА

Направление/специальность подготовки	09.03.04 Программная инженерия
Специализация/профиль/программа подготовки	Разработка программно-информационных систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Робототехника и инновационная инженерия
Выпускающая кафедра	Н2 Программная инженерия и интеллектуальные системы
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н2 Программная инженерия и интеллектуальные системы

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	5	180	68	34	0	34	112	0	18	94	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**09.03.04 Программная инженерия**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Н2 Программная инженерия и интеллектуальные системы  
Снижко Елена Александровна, к.пед.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Н2 Программная инженерия и интеллектуальные системы**

Заведующий кафедрой Семенова Е.Г., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Н2 Программная инженерия и интеллектуальные системы**

Заведующий кафедрой Семенова Е.Г., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов

ПК-1.3 — Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-6**

*знания:*

- понятие, свойства и состав графической системы компьютера;
- виды компьютерной графики и сферы их применения;
- сравнительные характеристики растровой и векторной графики;
- цветовые модели и палитры, их особенности и области применения;
- особенности создания трехмерных изображений, уровни визуализации, характерные

алгоритмы;

- современные тенденции развития аппаратного и программного обеспечения компьютерной графики;

- сравнительные характеристики и границы применимости геометрических моделей и алгоритмов;

- проблема соотношения качества изображения и скорости визуализации, пути ее решения;

*умения:*

- выбирать модели описания сцены, адекватные решаемой задаче, цели и уровню визуализации;

- использовать различные системы координат для описания моделей графических объектов;

- учитывать особенности используемой графической системы при создании изображений;

- визуализировать компьютерные модели плоских и трехмерных изображений с помощью различных программных средств компьютерной графики и графических библиотек;

- грамотно выбирать оптимальные методы представления графической информации, форматы для хранения изображения;

*навыки:*

- использования графической библиотеки OpenGL для визуализации графических моделей.

## **ПК-1.3**

*знания:*

- методы геометрического моделирования, модели графических данных

- фрактальная графика

- цветовые модели и палитры, их особенности и области применения

- задача кодирования цвета, цветовые модели и палитры

- методы представления графической информации, математические модели геометрических объектов, методы геометрического моделирования

- аффинные преобразования объектов и координат на плоскости и в пространстве

- особенности создания трехмерных изображений, уровни визуализации, характерные алгоритмы

- алгоритмы, применяемые при создании фотореалистичных изображений

- проблема соотношения качества изображения и скорости визуализации, пути ее решения;

*умения:*

- создавать геометрические модели двумерных и трехмерных объектов

- выбирать модели описания сцены, адекватные решаемой задаче, цели и уровню визуализации

- корректно выбирать цветовые модели, системы координат, алгоритмы представления и обработки графических данных при создании изображения

- использовать различные системы координат для описания моделей графических объектов

- применять на практике существующие алгоритмы создания и обработки изображений

- учитывать особенности используемой графической системы при создании изображений

- визуализировать компьютерные модели плоских и трехмерных изображений с помощью различных программных средств компьютерной графики и графических библиотек

- грамотно выбирать оптимальные методы представления графической информации, форматы для хранения изображения;

*навыки:*

- использования компьютерной графики для оформления презентаций, разработки графических пользовательских интерфейсов

- описания изображений в различных цветовых моделях

- использования геометрических примитивов для построения графических моделей

- применения геометрических преобразований при создании анимированных сцен
- использования графической библиотеки OpenGL для визуализации графических моделей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.04 Программная инженерия*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНЫХ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА, ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-6 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов
- ПК-1.3 — Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения
- ПК-93 — Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6	ПК-1.3
3	5	<b>Раздел 1. Введение в компьютерную графику.</b> 1.1. Место и роль компьютерной графики в современных информационных технологиях. 1.2. Основные направления компьютерной графики: визуализация, обработка, распознавание графической информации. 1.3. Сферы применения компьютерной графики. 1.4. Виды компьютерной графики: растровая, векторная и фрактальная. 1.5. Классификация и обзор графических систем. 1.6. Аппаратные и программные средства визуализации графической информации.	16	6	4	2	10	10	5
3	5	<b>Раздел 2. Технические средства компьютерной графики.</b> 2.1. Дисплеи: растровые и векторные, CRT и LCD-мониторы, 3d-мониторы. 2.2. Внешние устройства графического ввода-вывода: плоттеры, принтеры, сканеры. 2.3. Физические принципы создания изображения для растрового графического монитора: регенерация изображения, развертка, буфер кадра, построечное сканирование. 2.4. Графические процессоры, аппаратная реализация графических функций. 2.5. Понятие конвейера ввода и вывода графической информации.	14	4	2	2	10	10	10
3	5	<b>Раздел 3. Основы теории цвета.</b> 3.1. Законы колориметрии. 3.2. Цветовые модели. 3.3. Цветовые палитры. 3.4. Цветовые профили. Системы сквозного контроля цвета.	16	6	4	2	10	10	5
3	5	<b>Раздел 4. Геометрическое моделирование.</b> 4.1. Системы координат, применяемые в машинной графике. 4.2. Способы описания геометрических объектов. 4.3. Однородные координаты. Аффинные преобразования координат. 4.4. Векторное представление графической информации: модели прямой линии, окружности, эллипса; сплайны и кривые Безье; полигоны.	25	9	5	4	16	15	15
3	5	<b>Раздел 5. Визуализации графической информации.</b> 5.1. Визуализация растровых изображений: методы растривования; методы улучшения растровых изображений - антиэлайзинг, дизеринг. 5.2. Визуализация векторных изображений: методы графического вывода фигур; инкрементные алгоритмы. 5.3. Задача графического вывода фигур, алгоритмы закрашивания.	26	10	6	4	16	15	15
3	5	<b>Раздел 6. Методы представления трехмерных изображений. Модели описания поверхностей.</b> 6.1. Понятие графического конвейера. 6.2. Аналитическая модель. 6.3. Векторная полигональная модель. 6.4. Воксельная модель. 6.5. Равномерная сетка; неравномерная сетка; представление поверхности изолиниями.	30	14	4	10	16	15	15
3	5	<b>Раздел 7. Визуализация трехмерных изображений.</b> 7.1. Методы проецирования, виды проекций. 7.2. Уровни визуализации трехмерных изображений: каркасная визуализация; показ с удалением невидимых точек и линий; закрашенные изображения; создание реалистичных изображений. 7.3. Классификация алгоритмов графического вывода в зависимости от уровня визуализации. 7.4. Алгоритмы удаления и отсечения. 7.5. Модели отражения и преломления света и алгоритмы закрашивания на основе этих моделей: метод Гуро, метод Фонга, методы прямой и обратной трассировки лучей. 7.6. Понятие текстуры, методы создания и наложения текстур.	32	16	6	10	16	15	15
3	5	<b>Раздел 8. Фрактальная графика.</b> 8.1. Понятие о фракталах, свойства фракталов, применение фрактальных закономерностей для создания изображений. 8.2. Классификация фрактальных алгоритмов. 8.3. Примеры фрактальных алгоритмов: алгоритмические фракталы, геометрические фракталы и IFS-фракталы.	10	2	2	0	8	5	10
3	5	<b>Раздел 9. Современные тенденции развития компьютерной графики.</b> 9.1. Совершенствование технологий создания аппаратного обеспечения. 9.2. Новые методы и алгоритмы. 9.3. Перспективы развития программногo обеспечения.	11	1	1	0	10	5	10
Всего за 5 семестр			180	68	34	34	112	100	100
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в компьютерную графику.	OpenGL: подключение библиотек; контекст устройства, контекст воспроизведения; общий вид программы	2
2	Раздел 2. Технические средства компьютерной графики.	OpenGL: подключение библиотек; контекст устройства, контекст воспроизведения; общий вид программы	2
3	Раздел 3. Основы теории цвета.	Примитивы OpenGL, основные приемы построения двумерных объектов	2
4	Раздел 4. Геометрическое	Примитивы OpenGL, основные приемы построения	4

	моделирование.	двумерных объектов	
5	Раздел 5. Визуализации графической информации.	Использование массивов вершин. Преобразования координат	4
6	Раздел 6. Методы представления трехмерных изображений.	Трехмерные построения. Буфер глубины. Видовые параметры. Параллельная и перспективная проекции	4
7	Модели описания поверхностей.	Квадрик-объекты. Камера	6
8		Освещение	4
9	Раздел 7. Визуализация трехмерных изображений.	Текстуры: режимы фильтрации, режимы взаимодействия текстуры с накладываемым объектом, автоматическая генерация текстурных координат	6
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в компьютерную графику.	Подготовка к практическому занятию 1	2
2		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	8
3	Раздел 2. Технические средства компьютерной графики.	Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	8
4		Оформление отчета к практическому занятию 1	2
5	Раздел 3. Основы теории цвета.	Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	6
6		Подготовка к практическому занятию 2	4
7	Раздел 4. Геометрическое моделирование.	Оформление отчета к практическому занятию 2	4
8		Выполнение 1-го этапа курсовой работы: разработка эскиза сцены, приемов управления объектами.	4
9		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	8
10		Выполнение 1-го этапа курсовой работы: написание программного кода.	2
11	Раздел 5. Визуализации графической информации.	Подготовка к практическому занятию 3, оформление отчета	4
12		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	10
13	Раздел 6. Методы представления трехмерных изображений. Модели описания поверхностей.	Подготовка к практическому занятию 4, оформление отчета	4
14		Подготовка к практическому занятию 5, оформление отчета	4
15		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	8
16	Раздел 7. Визуализация трехмерных изображений.	Подготовка к практическому занятию 6, оформление отчета	2
17		Подготовка к практическому занятию 7, оформление отчета	4
18		Выполнение 2-го этапа курсовой работы: 3d-моделирование сцены, написание программного кода	4
19		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	6
20	Раздел 8. Фрактальная графика.	Выполнение 3-го этапа курсовой работы: освещение, текстуры, написание программного кода	4
21		Самостоятельное изучение теоретического	4



		материала по разделу	
22	Раздел 9. Современные тенденции развития компьютерной графики.	Оформление курсовой работы	3
23		Подготовка к защите курсовой работы	1
24		Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	6
Всего за 5 семестр			112

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Разработка эскиза сцены, приемов управления объектами; написание программного кода	4 - 7	6
Этап 2. 3d-моделирование сцены, написание программного кода	8 - 12	4
Этап 3. Освещение, текстуры, написание программного кода	13 - 15	4
Этап 4. Оформление курсовой работы. Подготовка к защите курсовой работы	16 - 17	4
<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>18</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5			Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	КР, Тест, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Тест – тест;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- тест;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 223 экз.
4. Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
5. Е. В. Шикин, А. В. Боресков. . Компьютерная графика. Полигональные модели. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005, 19 экз.
6. И. А. Розенсон. . Основы теории дизайна. СПб.: Питер, 2010, 8 экз.
7. К. В. Постнов. . Компьютерная графика. Москва: МИСИ, 2012, эл. рес.
8. Т. А. Блинова, В. Н. Порев. . Компьютерная графика. Киев: Юниор, 2006, 67 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://www.intuit.ru> — Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" | Бесплатное образование;
2. <https://rsdn.org/article/opengl/openglut2.xml> — Графическая библиотека OpenGL;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
6. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
7. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
8. \\lib\_server\elres\elr03894.pdf;
9. <http://www.webmascon.com/archive/topic.asp?id=10> — Архив выпусков по категориям - Архив - Webmascon.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Bloodshed Dev-C++;
2. Code::Blocks;
3. Microsoft Visual Studio Community;

4. OpenOffice.org 3.0.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Bloodshed Dev-C++;
2. Code::Blocks;
3. Microsoft Visual Studio Community;
4. OpenOffice.org 3.0.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.04 Программная инженерия*. Дисциплина реализуется на факультете *И Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И2 Программная инженерия и интеллектуальные системы*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов;

ПК-1.3 Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением компьютерной графики при разработке программных систем, построением и использованием геометрических моделей в задачах графического и имитационного моделирования, визуализации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- тест;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение в компьютерную графику.</b>		
Подготовка к практическому занятию 1	А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (1, 10) К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (1, 10)	2
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 1) Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 1, 2)	8
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Технические средства компьютерной графики.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (9, 10, 12) Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекция 3) Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 1)	8
Оформление отчета к практическому занятию 1	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (9, 12)	2
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Основы теории цвета.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (6) И. А. Розенсон. . Основы теории дизайна: СПб.: Питер, 2010 (1-2) А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (3, 10, 13) Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 3-10)	6
Подготовка к практическому занятию 2	Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 2)	4
Итого по разделу 3		10

Раздел 4. Геометрическое моделирование.		
Оформление отчета к практическому занятию 2	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (2)	4
Выполнение 1-го этапа курсовой работы: разработка эскиза сцены, приемов управления объектами.	Е. В. Шикин, А. В. Боресков. . Компьютерная графика. Полигональные модели: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005 (1-4) Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 2)	4
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 7-10) А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (4, 6, 10, 13)	8
Итого по разделу 4		16
Раздел 5. Визуализации графической информации.		
Выполнение 1-го этапа курсовой работы: написание программного кода.	Т. А. Блинова, В. Н. Порев. . Компьютерная графика: Киев: Юниор, 2006 (3, 4) К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (4)	2
Подготовка к практическому занятию 3, оформление отчета	Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 6-11) Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 3)	4
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (7, 10, 13)	10
Итого по разделу 5		16
Раздел 6. Методы представления трехмерных изображений. Модели описания поверхностей.		
Подготовка к практическому занятию 4, оформление отчета	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (7) А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (5, 7)	4
Подготовка к практическому занятию 5, оформление отчета	Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 4, 5)	4
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	Т. А. Блинова, В. Н. Порев. . Компьютерная графика: Киев: Юниор, 2006 (4, 5) Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 11-15)	8
Итого по разделу 6		16
Раздел 7. Визуализация трехмерных изображений.		
Подготовка к практическому занятию 6, оформление отчета	Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 15, 16)	2
Подготовка к практическому занятию 7, оформление отчета	Т. А. Блинова, В. Н. Порев. . Компьютерная графика: Киев: Юниор, 2006 (4-5)	4
Выполнение 2-го этапа курсовой работы: 3d-моделирование сцены, написание программного кода	А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (5-7)	4
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	Е. В. Шикин, А. В. Боресков. . Компьютерная графика. Полигональные модели: М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005 (4-6) Е. А. Снижко, Н. В. Флерова, А. В. Воронцов. . Программирование компьютерной графики с использованием библиотеки OpenGL: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ЛР 6, 7)	6

	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (7-8)	
Итого по разделу 7		16
<b>Раздел 8. Фрактальная графика.</b>		
Выполнение 3-го этапа курсовой работы: освещение, текстуры, написание программного кода	Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекция 13)	4
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (5) Т. А. Блинова, В. Н. Порев. . Компьютерная графика: Киев: Юниор, 2006 (3)	4
Итого по разделу 8		8
<b>Раздел 9. Современные тенденции развития компьютерной графики.</b>		
Оформление курсовой работы	К. В. Постнов. . Компьютерная графика: Москва: МИСИ, 2012 (10)	3
Подготовка к защите курсовой работы	Е. А. Снижко. . Компьютерная геометрия и графика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекция 17)	1
Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу	А. В. Боресков, Е. В. Шикин. . Основы компьютерной графики: Москва: Юрайт, 2020 (7-8)	6
Итого по разделу 9		10



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- тест;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Аудиторный практикум включает выполнение и защиту 7 практических работ.

Задания практической работы выполняются по индивидуальным заданиям в вычислительном классе на компьютере в последовательности, указанной в описании практической работы и методических указаниях. Индивидуальные варианты выдаются преподавателем заранее и предполагают их самостоятельное предварительное решение студентом.

Выполнение заданий практических работ оценивается по балльно-рейтинговой системе. Максимальная сумма баллов за все практические работы – 60 баллов.

Выполнение и защита практических работ оценивается следующим образом.

\* больший балл выставляется при условии сдачи работы в срок, меньший – при нарушении сроков.

Практические работы 1 и 7 – от 0 до 5 баллов:

4-5\* баллов – задание выполнено верно, замечаний по оформлению отчета нет;

2-3 балла – задание выполнено, имеются замечания по качеству программного кода и отчета;

1 балл – задание выполнено, отчет отсутствует;

0 баллов – задание не выполнено.

Практические работы 2-6 – от 0 до 10 баллов:

9-10\* баллов – все задания выполнены верно, разработанные алгоритмы эффективны, замечаний по оформлению отчета нет;

7-8 баллов – все задания выполнены верно, разработанные алгоритмы эффективны, есть незначительные недочеты или погрешности в оформлении отчета;

5-6 баллов – все задания выполнены, в целом, верно, но не все разработанные алгоритмы эффективны, есть незначительные недочеты или погрешности в оформлении отчета;

3-4 балла – большая часть заданий выполнена верно, по остальным имеются существенные замечания;

1-2 балла – верно выполнена меньшая часть заданий работы, грубые ошибки в оформлении отчета;

0 баллов – работа не предоставлена или все задания выполнены неверно.

#### Курсовая работа

Оценка, выставленная за задание, зависит от исполнения сцены, и использованных в ней средств.

Для выполнения задания необходимо смоделировать указанную в варианте сцену (фотореалистичность не требуется). Оценка, выставляемая за задание, зависит от исполнения сцены, и использованных в ней средств.

Примерные критерии оценки отображены в следующей таблице:

Реализация баллы

Базовая сцена 6

Анимация сцены 2

Освещение 2

Материалы 2

Текстуры 2

Камера. Управление камерой 2

Отражения 3

Тени 3

Прозрачность 3  
Общая реалистичность сцены  $0 \div \infty$   
Оценка выставляется следующим образом:  
Отлично 15- $\infty$   
Хорошо 12-15  
Удовлетворительно 8-12

Готовая работа должна быть выполнена с использованием библиотеки OpenGL. Вариант задания выбирается студентом по согласованию с преподавателем.

Для защиты курсовой работы студент должен предъявить работоспособный проект трехмерной сцены в электронном виде, пояснительную записку, оформленную в соответствии с требованиями, предъявляемыми к курсовым работам в БГТУ «ВОЕНМЕХ». На защите студент представляет свой проект и отвечает на вопросы по выполненной работе. Оценка выставляется в соответствии с указанными выше критериями с учетом качества оформления пояснительной записки и результатов защиты.

Основаниями для снижения оценки являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество оформления пояснительной записки,
- нерациональные алгоритмы анимации и визуализации;
- неполные ответы на вопросы в процессе защиты.

Курсовая работа не может быть допущена к защите и подлежит доработке в случае:

- отсутствия работоспособного проекта,
- некорректно выполненного моделирования сцены,
- неполной реализации (менее 8 баллов),
- отсутствия необходимых разделов в пояснительной записке,
- отсутствия в пояснительной записке необходимого графического материала,

### **Тест**

Тест содержит 30 вопросов по всем разделам дисциплины.

Вопросы к тесту размещены в УМК дисциплины

90-100% - отлично

75-90% - хорошо

60-75% - удовлетворительно

<60% - тест не пройден

### **Дифференцированный зачет**

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления итоговой оценки по результатам работы на основе баллов, заработанных в семестре, при условии своевременной защиты курсовой работы.

Общая сумма баллов - до 100 баллов, складывается из следующих частей:

Диагностические работы 1-3 - до 30 баллов;

Выполнение заданий практических работ – до 60 баллов;

Посещаемость лекционных занятий - до 10 баллов.

Дифференцированный зачет по дисциплине выставляется следующим образом:

менее 60 баллов – не зачтено;

61-74 – зачтено-удовлетворительно;

75-84 – зачтено-хорошо;

85 и более баллов – зачтено-отлично

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6	ПК-1.3	
3	5	Раздел 1. Введение в компьютерную графику.	16	6	4	2	10	10	5	Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 2. Технические средства компьютерной графики.	14	4	2	2	10	10	10	Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 3. Основы теории цвета.	16	6	4	2	10	10	5	Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 4. Геометрическое моделирование.	25	9	5	4	16	15	15	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа
3	5	Раздел 5. Визуализации графической информации.	26	10	6	4	16	15	15	Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 6. Методы представления трехмерных изображений. Модели описания поверхностей.	30	14	4	10	16	15	15	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Тест
3	5	Раздел 7. Визуализация трехмерных изображений.	32	16	6	10	16	15	15	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа
3	5	Раздел 8. Фрактальная графика.	10	2	2	0	8	5	10	Тест
3	5	Раздел 9. Современные тенденции развития компьютерной графики.	11	1	1	0	10	5	10	Тест
Всего за 5 семестр			180	68	34	34	112	100	100	
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	100	

**ОПК-6 - Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между описанием техники рельефного текстурирования и ее названием

1. Для каждого пикселя поверхности выполняется вычисление освещения, исходя из значений в специальной карте высот. Цвет каждого текселя определяет высоту соответствующей точки рельефа, большие значения означают большую высоту над исходной поверхностью, а меньшие, соответственно, меньшую.
2. Нормали в каждой точке поверхности полностью заменяются при помощи выборки их значений из специально подготовленной карты нормалей
3. Является методом добавления деталей к трехмерным объектам. Применяется черно-белая текстура, значения которой используются для определения высоты каждой точки поверхности объекта

А. Normal Mapping

Б. Bump Mapping

В. Displacement Mapping

Г. Data Mapping

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите список методов фильтрации текстур в порядке возрастания вычислительной сложности:

1. Анизотропная фильтрация
2. Билинейная фильтрация
3. Поточечная выборка
4. Трилинейная фильтрация

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Восстановите верную последовательность операций при закрашивании поверхностей по методу Фонга

1. определить цвет точки с учетом освещенности
2. вычислить координаты усредненных нормалей в вершинах грани
3. определить нормали к примыкающим граням
4. вычислить интерполированное значение нормали в данной точке грани
5. вычислить значение интенсивности цвета точки

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Графическая информация на экране монитора ПК представляется в виде:

1. светового изображения
2. растрового изображения
3. цветного изображения
4. векторного изображения

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Диапазон цветов, который может быть воспроизведен каким-либо устройством, называется:
1. Насыщенность
  2. Переход
  3. Цветовой охват
  4. Яркость
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Выберите строку, в которой перечислены форматы графических файлов:
1. \*.gif, \*.jpg, \*.png, \*.tif
  2. \*.txt, \*.doc, \*.rtf
  3. \*.exe, \*.com
  4. \*.wav, \*.mp3, \*.wma
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
К основным направлениям компьютерной графики относятся:
1. Хранение изображений
  2. Печать изображений
  3. Визуализация изображений
  4. Обработка изображений
  5. Распознавание изображений
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных моделей являются моделями описания поверхностей?
1. воксельная
  2. векторно-полигональная
  3. растровая
  4. равномерная сетка
  5. векторная
  6. аналитическая
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Укажите особенности деловой графики:
1. Небольшое количество цветов
  2. Относительно простые формы изображений
  3. Основное применение – визуализация данных
  4. Преобладают фотореалистичные изображения
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
В чем состоит закон Ламберта отражения от матовой поверхности?
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прямая задана неявным уравнением  $2x+3y-5=0$ .  
Как расположены точки  $A(-3; 2)$  и  $B(2; 3)$  относительно этой прямой?
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие  
Какому уровню визуализации соответствует описанный результат отображения?
1. Изображение поверхности состоит из ребер. Все ребра видны, как ближние, так и дальние
  2. Изображение представляет собой эскиз, на котором отображены только видимые с позиции наблюдателя ребра и грани

3. Изображение выглядит объемным, грани полигональной модели имеют разную интенсивность цвета, в зависимости от угла наблюдения

4. На изображении присутствуют тени, заметна разница в материалах объектов

А. закрашивание с учетом освещения

Б. построение реалистичных изображений

В. показ с удалением невидимых линий

Г. каркасное изображение

Д. силуэтное изображение

**ПК-1.3 - Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между направлением компьютерной графики и схемой, отражающей суть этого направления

1. визуализация

2. обработка

3. распознавание

А. изображение -> модель

Б. модель -> изображение

В. изображение -> изображение

Г. модель -> модель

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите общий алгоритм наложения текстур (укажите верную последовательность перечисленных этапов):

1. выбрать режим наложения текстуры

2. создать массив для хранения текстуры

3. заполнить массив текстуры

4. установить соответствие координат объекта и текстурных координат

5. задать параметры фильтрации текстуры

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Восстановите верную последовательность операций при закрашивании полигона с помощью алгоритма Эгрона:

1. для  $y$  от  $y_{\min}$  до  $y_{\max}$  с шагом 1

2. вывести горизонтальные отрезки между парными значениями  $x$

3. отсортировать массив по возрастанию

4. найти координаты  $x$  точек пересечения горизонтали  $y$  с ребрами полигона, записать в массив

5. среди координат вершин полигона найти минимальное и максимальное значения  $y$

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответа

Относительно большой размер файлов является характерной особенностью:

1. Деловой графики
2. Фрактальной графики
3. Растровой графики
4. Векторной графики

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Закрашивание поверхности по методу Гуро основывается:

1. на интерполяции нормалей примыкающих граней
2. на интерполяции интенсивности отраженного света примыкающих граней
3. на усреднении цветов примыкающих граней
4. на увеличении числа полигональных граней

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой из тестов определения ориентации точки относительно полигона заключается в выпуске из этой точки в произвольном направлении луча и подсчете числа его пересечений с ребрами полигона?

1. Габаритный тест
2. Выпуклый тест
3. Лучевой тест
4. Угловой тест

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В цветовой модели CMY базовыми являются цвета:

1. красный
2. желтый
3. зеленый
4. голубой
5. синий
6. пурпурный
7. черный

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите особенности инкрементных алгоритмов:

1. используются только целочисленные операции сложения и вычитания
2. используются только арифметические операции сложения, вычитания, умножения и деления
3. координаты соседних пикселей вычисляются последовательно, путем добавления приращений координат
4. координаты каждой точки вычисляются путем расчета по формуле, определяющей уравнение линии

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите все свойства перспективной проекции:

1. проецирование ведется в направлении заданного вектора
2. проецирование выполняется относительно заданного центра проекции
3. сохраняется параллельность прямых
4. относится к классу аффинных преобразований
5. относится к классу дробно-рациональных преобразований

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что можно сказать о взаимном расположении прямых

$$3x-4y+5=0 \text{ и } -6x+8y+13=0?$$

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прямая задана неявным уравнением  $4x-2y+7=0$ .

Как расположены точки  $a(-3; -2,5)$  и  $b(2; 7,5)$  относительно этой прямой?

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Для указанных цветовых моделей укажите их тип

1. RGB

2. CMY

3. HSB

4.  $L^*a^*b^*$

А. аддитивная

Б. интуитивная

В. модель-посредник

Г. описательная

Д. субтрактивная