

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ВМиП ИТ



Леденева Т. М.

26 мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.32 Компьютерная графика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.02 прикладная математика и информатика.

2. Профиль подготовки/специализация:

Все профили.

3. Квалификация (степень) выпускника:

бакалавриат.

4. Форма обучения:

очная.

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий.

6. Составители программы:

Корольков Олег Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительной математики и прикладных информационных технологий; Медведев Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры вычислительной математики и прикладных информационных технологий, декан факультета прикладной математики, информатики и механики.

7. Рекомендована:

научно-методическим советом факультета ПММ 26 мая 2023 г., протокол №7.

8. Учебный год:

2025/2026.

Семестр:

5.

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины «Компьютерная графика» – освоение студентами современной методологии и технологии выполнения графических работ на компьютере.

Задачей дисциплины является изучение математических, алгоритмических и технических основ современной компьютерной графики, знакомство студентов с принципами построения двумерных и трёхмерных изображений на компьютере, обучение студентов моделированию геометрических объектов на плоскости и в пространстве, а также получение студентами навыков поиска алгоритмических и программных решений задач визуализации геометрических объектов на экране дисплея ЭВМ.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Компьютерная графика» входит общую часть блока Б1 программы бакалавриата и изучается в 5 семестре. Изучение данного курса должно базироваться на знании студентами материала дисциплин «Аналитическая геометрия», «Алгебра», «Дискретная математика», «Информатика и программирование», «Языки и методы программирования», изучаемых в рамках программы подготовки бакалавра.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1	Применяет современные технологии математического моделирования для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает основные понятия линейной алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики, математического моделирования и информатики применительно к компьютерной графике. Умеет использовать полученные знания при моделировании и проектировании геометрических объектов. Владеет навыками построения алгоритмических решений задач визуализации геометрических объектов
		ОПК-3.3	Применяет системы компьютерного моделирования для построения и анализа моделей при решении задач в области профессиональной деятельности	Знает основные системы компьютерного моделирования, применяемые в компьютерной графике. Умеет использовать полученные знания при моделировании и проектировании геометрических объектов. Владеет навыками решения задач визуализации геометрических объектов с использованием систем компьютерного моделирования

ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1	Применяет фундаментальные знания для реализации математических методов и алгоритмов при решении прикладной задачи; осуществляет сравнение точности, сходимости и других характеристик вычислительных алгоритмов	Знает основные программные средства разработки графических приложений на компьютере. Умеет использовать программные средства для компьютерной реализации алгоритмов визуализации геометрических объектов. Владеет навыками компьютерной реализации алгоритмических решений задач визуализации геометрических объектов
-------	---	---------	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144.

Форма промежуточной аттестации:

экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Семестр 5	Всего
Аудиторные занятия	64	64
Лекционные занятия	32	32
Практические занятия	0	0
Лабораторные занятия	32	32
Самостоятельная работа	44	44
Курсовая работа	0	0
Промежуточная аттестация	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	144	144

13.1. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение в компьютерную графику	Предмет курса, его задачи и цели. Классификация задач компьютерной графики
2	Аппаратные вопросы компьютерной графики	Растровая и векторная графика. Основные графические устройства и физические принципы их работы. Структура видеопамати. Аспекты разрешения
3	Алгоритмические основы компьютерной графики	Алгоритмы растеризации отрезков: цифровой дифференциальный анализатор, алгоритм Брезенхэма. Алгоритмы заливки. Обзор алгоритмов вычислительной геометрии

4	Аффинные преобразования и их применение в компьютерной графике	Базовые аффинные преобразования на плоскости и в пространстве: параллельный перенос, поворот, масштабирование, отражение. Представление аффинных преобразований в однородных координатах. Составные преобразования на плоскости и в пространстве. Воспроизведение аффинных преобразований на экране дисплея
5	Принципы визуализации двумерных моделей	Общие принципы визуализации двумерных моделей. Способы описания двумерных моделей в компьютерной графике. Типы координат, применяемые при визуализации двумерных моделей: мировые координаты, экранные координаты. Связь между мировыми координатами и экранными
6	Принципы визуализации трехмерных моделей и сцен	Общие принципы визуализации трехмерных моделей и сцен. Способы описания тел в компьютерной графике. Типы координат, применяемые при визуализации трехмерных моделей и сцен: мировые координаты, видовые координаты, проекционные координаты, экранные координаты. Переход от мировых координат к видовым. Переход от видовых координат к проекционным: ортогональное и перспективное проецирование. Переход от проекционных координат к экранным. Обзор алгоритмов удаления невидимых линий и граней

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в компьютерную графику	2	0	0	2	4
2	Аппаратные вопросы компьютерной графики	2	0	0	2	4
3	Алгоритмические основы компьютерной графики	4	0	4	4	12
4	Аффинные преобразования и их применение в компьютерной графике	8	0	8	12	28
5	Принципы визуализации двумерных моделей	8	0	10	12	30
6	Принципы визуализации трехмерных моделей и сцен	8	0	10	12	30
	Всего	32	0	32	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение дисциплины включает контактную и самостоятельную работу обучающихся, осуществляемую в соответствии с учебным планом, календарным учебным графиком и настоящей рабочей программой.

Контактная работа предусматривает взаимодействие обучающегося с преподавателем как во время очных занятий, так и в электронной информационно-образовательной среде Воронежского государственного университета. Контактная работа включает в себя лекционные и лабораторные занятия, индивидуальные консультации преподавателя по возникающим у обучающегося в процессе освоения учебного материала дисциплины вопросам, а также групповую консультацию перед экзаменом. Для успешного усвоения материала обучающийся посещает занятия и консультации, проводимые как в очном, так и в дистанционном формате, выполняет рекомендации преподавателя по организации контактной работы.

В процессе самостоятельной работы обучающийся осваивает содержание дисциплины, используя конспекты лекций, а также учебно-методическую литературу и иные источники, выполняет практические задания и лабораторные работы, готовится к контрольным работам, выполняет рекомендации преподавателя по организации самостоятельной работы.

Процесс освоения учебной дисциплины в течение закреплённого учебным планом периода подвергается текущему контролю, который осуществляется в следующих формах: фиксация посещения занятий, проводимых как в очном, так и дистанционном формате; проверка выполнения практических заданий и лабораторных работ; выполнение и проверка контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в очном или дистанционном формате в форме экзамена по билетам, каждый из которых содержит вопросы и практические задания, оценивающие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основе оценок, полученных в ходе текущего контроля, а также результатов ответа на вопросы экзаменационного билета.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Перемитина Т. О. Компьютерная графика : учеб. пособие / Т. О. Перемитина. — Томск : Эль Контент, 2012. — 144 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208688

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е. А. Никулин. — Санкт-Петербург : БХВ-Санкт-Петербург, 2003. — 550 с.
2	Петров М. Н. Компьютерная графика : учебник для вузов / М. Н. Петров. — Санкт-Петербург : Питер, 2011. — 544 с.
3	Порев В. Компьютерная графика : учеб. пособие / В. Порев. — Санкт-Петербург [и др.] : БХВ-Петербург, 2002. — 428 с.
4	Шикин Е. В. Компьютерная графика. Полигональные модели : учеб. пособие / Е. В. Шикин, А. В. Боресков. — Москва : ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. — 461 с.

5	Сиденко Л. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование : учеб. пособие / Л. А. Сиденко. — Санкт-Петербург : Питер, 2010. — 224 с.
6	Джамбруно М. Трёхмерная графика и анимация / М. Джамбруно. — Москва : Вильямс, 2002. — 638 с.
7	Роджерс Д. Ф. Математические основы машинной графики / Д. Ф. Роджерс, Дж. Адамс. — Москва : Мир, 2001. — 604 с.
8	Роджерс Д. Ф. Алгоритмические основы машинной графики / Д. Ф. Роджерс. — Москва : Мир, 1989. — 503 с.
9	Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / М. Ласло. — Москва : БИНОМ, 1997. — 301 с.
10	Юань Ф. Программирование графики для Windows / Фень Юань. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2002. — 1070 с.
11	Хилл Ф. OpenGL : Программирование компьютерной графики / Ф. Хилл. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2002. — 1081 с.
12	OpenGL : руководство по программированию / М. Ву [и др.]. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2006. — 623 с.
13	Боресков А. В. Графика трёхмерной компьютерной игры на основе OpenGL / А. В. Боресков. — Москва : Диалог-МИФИ, 2004. — 383 с.
14	Евченко А. И. OpenGL и DirectX. Программирование графики / А. И. Евченко. — Санкт-Петербург : Питер, 2006. — 349 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ
2	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2014 — Электронный курс «Компьютерная графика»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2014 — Электронный курс «Компьютерная графика»

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используется программное обеспечение для программирования, например Microsoft Visual Studio Community Edition.

При реализации дисциплины используется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для организации контактной и самостоятельной работы обучающихся в дистанционном формате рекомендован электронный курс «Компьютерная графика», размещённый на платформе «Электронный университет ВГУ», а также Интернет-ресурсы, приведённые в п.15в настоящей рабочей программы.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мебель и оборудование для лекционных занятий, проводимых в очном формате: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). Программное обеспечение для лекционных занятий: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice).

Мебель и оборудование для лабораторных занятий, проводимых в очном формате: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), персональные компьютеры для индивидуальной работы. Программное обеспечение для лабораторных занятий: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Аффинные преобразования и их применение в компьютерной графике	ОПК-3	ОПК-3.1	контрольная работа
2	Принципы визуализации двумерных моделей	ОПК-3 ОПК-5	ОПК-3.3 ОПК-5.1	лабораторные работы
3	Принципы визуализации трёхмерных моделей и сцен	ОПК-3 ОПК-5	ОПК-3.3 ОПК-5.1	лабораторные работы

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания:

20.1 Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных работ и контрольных работ. Также возможно использование тестовых заданий.

При проведении текущей аттестации в форме теста аттестация проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде теста, составляемого из приведённых ниже материалов.

Практические задания:

Формирование составных аффинных преобразований:

- поворота вокруг точки на плоскости с заданными координатами;
- отражения относительно точки на плоскости с заданными координатами;
- отражения относительно прямой на плоскости, проходящей через две заданные точки;
- масштабирования вдоль заданных осей на плоскости;
- восстановление аффинного преобразования по трём точкам;
- отражения относительно заданной точки в трёхмерном пространстве;
- отражения относительно заданной прямой в трёхмерном пространстве;
- отражения относительно заданной плоскости в трёхмерном пространстве;
- поворота вокруг заданной оси в пространстве.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа №0.

Визуализация простой геометрической фигуры и управление ею при помощи мыши и клавиатуры:

- (A) перемещение фигуры клавишами стрелок;
- (B) перетаскивание фигуры при помощи левой кнопки мыши;
- (B) изменение размера фигуры при помощи колёсика мыши, либо при помощи сочетаний клавиш <Ctrl> + <-> либо <Ctrl> + <+>;
- (A) создание собственной фигуры (визуализация, проверка заданной точки на принадлежность фигуре).

Лабораторная работа №1.

Построение графиков функций:

- (A) построение графика функции, заданной явно в мировых координатах (система координат – декартова прямоугольная);
- (B) перетаскивание графика функции;
- (B) масштабирование графика функции;
- (C) согласование масштабов по координатным осям;
- (C) построение графика функции, заданной иным способом (параметрически и/или в других координатных системах).

Лабораторная работа №2.

- (A) Реализовать задание, хранение, визуализацию двумерной каркасной модели и применение к ней аффинных преобразований.
- (B) Реализовать применение к построенной модели составных аффинных преобразований.

Лабораторная работа №3.

- (B) Реализовать задание, хранение, визуализацию трёхмерной полигональной модели и применение к ней аффинных преобразований.
- (C) Реализовать применение к построенной модели составных аффинных преобразований.

Тестовые задания:

Вопросы с вариантами ответов

Критерий оценивания	Шкала оценок
Верный ответ	1 балл
Неверный ответ	0 баллов

1. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1);

в) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

д) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: д)

2. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 1;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1);

в) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

д) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: а)

3. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 1;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1);

в) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

д) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: б)

4. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 0; A[1,2] = -1; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 1; A[2,2] = 0; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1);

в) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

д) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: в)

5. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 0; A[1,2] = 1; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = -1; A[2,2] = 0; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1);

в) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

д) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: г)

6. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) отражение относительно оси абсцисс;

б) отражение относительно оси ординат;

в) отражение относительно начала координат;

г) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;

е) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: б)

7. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно оси абсцисс;
- б) отражение относительно оси ординат;
- в) отражение относительно начала координат;
- г) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;
- д) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;
- е) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: а)

8. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно оси абсцисс;
- б) отражение относительно оси ординат;
- в) отражение относительно начала координат;
- г) поворот вокруг начала координат на прямой угол против часовой стрелки;
- д) поворот вокруг начала координат на прямой угол по часовой стрелке;
- е) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: в)

9. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);
- б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);
- в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);
- г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;
- д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;
- е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;
- ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: ж)

10. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 1;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);

в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);

г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;

е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;

ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: а)

11. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 1;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);

в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);

г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;

е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;

ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: б)

11. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 1;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);

в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);

г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;

е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;

ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: в)

12. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 0; A[1,2] = -1; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 1; A[2,2] = 0; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);

в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);

г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;

е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;

ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: е)

13. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 0; A[2,3] = -1; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 1; A[3,3] = 0; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

б) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 1; 0);

в) параллельный перенос на вектор с координатами (0; 0; 1);

г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;

д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;

е) поворот вокруг оси аппликата на прямой угол против часовой стрелки;

ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: г)

14. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 0; A[1,2] = 0; A[1,3] = 1; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = -1; A[3,2] = 0; A[3,3] = 0; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

а) параллельный перенос на вектор с координатами (1; 0; 0);

- б) параллельный перенос на вектор с координатами $(0; 1; 0)$;
- в) параллельный перенос на вектор с координатами $(0; 0; 1)$;
- г) поворот вокруг оси абсцисс на прямой угол против часовой стрелки;
- д) поворот вокруг оси ординат на прямой угол против часовой стрелки;
- е) поворот вокруг оси аппликат на прямой угол против часовой стрелки;
- ж) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: д)

15. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: б)

16. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$

$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0;$$

$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: в)

17. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$

$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$
$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = -1; A[3,4] = 0;$$
$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: а)

18. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = 1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$
$$A[2,1] = 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$
$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = -1; A[3,4] = 0;$$
$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: г)

19. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$A[1,1] = -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0;$$
$$A[2,1] = 0; A[2,2] = 1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0;$$
$$A[3,1] = 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = -1; A[3,4] = 0;$$
$$A[4,1] = 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;

- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: д)

20. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$\begin{aligned}A[1,1] &= -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0; \\A[2,1] &= 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0; \\A[3,1] &= 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = 1; A[3,4] = 0; \\A[4,1] &= 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?\end{aligned}$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: е)

21. Какому аффинному преобразованию соответствует матрица с коэффициентами

$$\begin{aligned}A[1,1] &= -1; A[1,2] = 0; A[1,3] = 0; A[1,4] = 0; \\A[2,1] &= 0; A[2,2] = -1; A[2,3] = 0; A[2,4] = 0; \\A[3,1] &= 0; A[3,2] = 0; A[3,3] = -1; A[3,4] = 0; \\A[4,1] &= 0; A[4,2] = 0; A[4,3] = 0; A[4,4] = 1?\end{aligned}$$

Предполагается, что при умножении данной матрицы на вектор-столбец однородных координат исходной точки получается вектор-столбец однородных координат преобразованной точки.

- а) отражение относительно координатной плоскости OXY ;
- б) отражение относительно координатной плоскости OYZ ;
- в) отражение относительно координатной плоскости OZX ;
- г) отражение относительно оси абсцисс;
- д) отражение относительно оси ординат;
- е) отражение относительно оси аппликат;
- ж) отражение относительно начала координат;
- з) тождественное аффинное преобразование.

Ответ: ж)

22. При перспективном проецировании объекты сцены, которые находятся ближе к наблюдателю, кажутся

- а) более крупными;
- б) более мелкими;

в) объекты не изменяют видимый размер в зависимости от расстояния.

Ответ: а)

23. При ортогональном проецировании объекты сцены, которые находятся ближе к наблюдателю, кажутся

а) более крупными;

б) более мелкими;

в) объекты не изменяют видимый размер в зависимости от расстояния.

Ответ: в)

24. Чтобы задать трёхмерную каркасную модель, необходимо определить:

а) матрицу (либо список) вершин;

б) матрицу (либо список) рёбер;

в) матрицу (либо список) вершин и матрицу (либо список) рёбер;

г) матрицу (либо список) вершин и матрицу (либо список) граней;

Ответ: в)

25. Чтобы задать трёхмерную полигональную модель, необходимо определить:

а) матрицу (либо список) вершин;

б) матрицу (либо список) рёбер;

в) матрицу (либо список) вершин и матрицу (либо список) рёбер;

г) матрицу (либо список) вершин и матрицу (либо список) граней;

Ответ: г)

26. К числу недостатков полигональных моделей относятся:

а) значительная погрешность при моделировании поверхностей сложной формы;

б) слишком большой объем данных для описания простых поверхностей;

в) полное отсутствие аппаратной поддержки операций.

Ответ: а)

27. Какой из перечисленных примитивов не входит в число примитивов полигональных моделей?

а) вершина;

б) полигональная поверхность;

в) гладкая кривая.

Ответ: в)

28. С помощью чего аппроксимируются сложные поверхности в полигональных моделях?

а) с помощью многогранников с плоскими гранями;

б) с помощью фрагментов сфер;

в) с помощью фрагментов цилиндров.

Ответ: а)

29. К числу задач трёхмерного моделирования не относится:

- а) описание объектов сцены (трёхмерных моделей, материалов, источников света и камер);
- б) размещение всех созданных объектов в сцене с помощью геометрических преобразований в соответствии с требованиями к будущему изображению;
- в) визуализация (рендеринг) сцены в соответствии с выбранной физической моделью;
- г) все перечисленные выше пункты относятся к задачам трёхмерного моделирования.

Ответ: г)

Вопросы с кратким текстовым ответом

Критерий оценивания	Шкала оценок
Должен быть сформулирован ответ из указанных вариантов (один или несколько) или аналогичные по сути ответы с альтернативными терминами и определениями	2 балла
Неточный ответ, выделяющий лишь отдельный аспект решаемой проблемы	1 балл
Неверный ответ	0 баллов

1. Какой критерий является ключевым при разработке алгоритмов компьютерной графики?

Ответ: быстродействие; скорость выполнения.

Критерии: за ответ «сложность алгоритма» даётся 1 балл, поскольку оптимизация алгоритмов компьютерной графики не ограничивается снижением их сложности.

2. Укажите главное достоинство однородных координат для выполнения аффинных преобразований.

Ответ: представление аффинного преобразования в виде умножения матрицы на вектор.

3. Какой тип координат позволяет представлять аффинные преобразования в виде умножения матрицы на вектор?

Ответ: однородные координаты.

4. Алгоритм Брезенхэма планировался и разрабатывался с целью устранения недостатков алгоритма цифрового дифференциального анализатора. В чём является ключевое отличие алгоритма Брезенхэма от алгоритма цифрового дифференциального анализатора

Ответ: использование целочисленной арифметики.

5. Как называется трёхмерная модель, представляющая собой конструкцию, заданную матрицами (либо списками) вершин и рёбер?

Ответ: каркасная модель.

6. Как называется трёхмерная модель, представляющая собой многогранник, заданный матрицами (либо списками) вершин и граней?

Ответ: полигональная модель.

20.2 Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Аффинное преобразование на плоскости общего вида: определение, формула в декартовых координатах, требование к коэффициентам. Базовые аффинные преобразования на плоскости: вывод формул. Представление аффинных преобразований на плоскости в однородных координатах: вывод матрицы аффинного преобразования общего вида; получение матриц базовых аффинных преобразований на плоскости.

2. Составные аффинные преобразования на плоскости: общий принцип построения составных аффинных преобразований. Составное аффинное преобразование поворота вокруг произвольной точки на плоскости: два подхода (в декартовых координатах и в однородных).

3. Составное аффинное преобразование отражения относительно произвольной прямой на плоскости (сначала рассмотреть прямую, проходящую через начало координат, а затем – общий случай).

4. Восстановление аффинного преобразования на плоскости по трём точкам: метод парных точек; композиция базовых аффинных преобразований.

5. Основы визуализации двумерных сцен. Общая схема визуализации двумерных сцен: общая схема визуализации двумерных сцен; мировые и экранные координаты. Компоненты сцены – камера 2D. Параметры камеры (разрешение, параметры, фиксирующие связь между мировыми и экранными координатами); функции камеры (переход от мировых координат к экранным и обратно); действия с камерой (установка одинаковых масштабов по координатным осям, навигация по изображению). Первый способ (L, R, B, T).

6. Основы визуализации двумерных сцен. Общая схема визуализации двумерных сцен: общая схема визуализации двумерных сцен; мировые и экранные координаты. Компоненты сцены – камера 2D. Параметры камеры (разрешение, параметры, фиксирующие связь между мировыми и экранными координатами); функции камеры (переход от мировых координат к экранным и обратно); действия с камерой (установка одинаковых масштабов по координатным осям, навигация по изображению). Второй способ (X0, Y0, rx, ry).

7. Основы визуализации двумерных сцен. Компоненты сцены – модель 2D: задание модели; применение аффинных преобразований к модели.

8. Аффинное преобразование в трёхмерном пространстве общего вида: определение, формула в декартовых координатах, требование к коэффициентам. Базовые аффинные преобразования в трёхмерном пространстве: вывод формул. Представление аффинных преобразований в трёхмерном пространстве в однородных координатах: вывод матрицы аффинного преобразования общего вида; получение матриц базовых аффинных преобразований в трёхмерном пространстве. Составные аффинные преобразования в трёхмерном пространстве: общий принцип построения составных аффинных преобразований.

9. Составное аффинное преобразование, совмещающее произвольный вектор с осью абсцисс. Составное аффинное преобразование отражения относительно произвольной плоскости (сначала рассмотреть плоскость, проходящую через начало координат, а затем – общий случай).

10. Составное аффинное преобразование, совмещающее произвольный вектор с осью абсцисс. Составное аффинное преобразование отражения относительно произвольной прямой в трёхмерном пространстве (сначала рассмотреть прямую, проходящую через начало координат, а затем – общий случай).

11. Составное аффинное преобразование, совмещающее произвольный вектор с осью абсцисс. Составное аффинное преобразование поворота вокруг произвольной оси в трёхмерном пространстве (сначала рассмотреть ось, проходящую через начало координат, а затем – общий случай).

12. Основы визуализации трёхмерных сцен. Общая схема визуализации трёхмерных сцен: наблюдатель, экран, модель и её проекция; мировые, видовые, проекционные и экранные координаты. Компоненты сцены – камера 3D: параметры камеры; вывод формул для вычисления базисных векторов видовой системы координат; переход от мировых координат к видовым; переход от видовых координат к проекционным; переход от проекционных координат к экранным. Практические задания – построение составных аффинных преобразований.

Критерии оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации:

Отлично: выполнение лабораторных работ (А), (В), (С); и выполнение контрольной работы на оценку «отлично»; и отличное владение теорией и решение задач на экзамене.

Хорошо: выполнение лабораторных работ (А), (В); и выполнение контрольной работы на оценку не ниже «хорошо»; и владение теорией и решение задач на экзамене не ниже хорошего уровня.

Удовлетворительно: выполнение лабораторных работ (А); и выполнение контрольной работы на оценку не ниже «удовлетворительно»; и удовлетворительное владение теорией и решение задач на экзамене.

Неудовлетворительно: выполнение не всех лабораторных работ (А); или невыполнение или неудовлетворительное выполнение контрольной работы; или неудовлетворительное владение теорией или решение задач на экзамене.

Тестовые задания раздела 20.1 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.