

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ПОиАИС

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 **Артемов М.А.**
подпись, расшифровка подписи

29.05.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 Алгоритмы компьютерной графики

наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 02.03.03
Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
- 2. Профиль подготовки (при наличии):**
Проектирование и разработка информационных систем
- 3. Квалификация (степень) выпускника:**
бакалавр
- 4. Форма обучения:**
очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
Программного обеспечения и администрирования информационных систем
- 6. Составители программы:**
Меджидов Р.Г.,
Селезнев К.Е.
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол № 7 от 26.05.2024
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025-2026

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- ознакомление с основными концепциями компьютерной графики,
- изучение математических моделей, алгоритмов и современных технологий компьютерной графики.

Задачи дисциплины:

- изучение современных математических, алгоритмических и технических основ формирования изображений,
- освоение методов и способов представления и оперирования графическими объектами,
- освоение технологии моделирования пространства и предметов в нём (в движении и в статике),
- получение навыков поиска алгоритмических и программных решений задач современной компьютерной графики.

10. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в обязательную часть программы бакалавриата.

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

| Код | Название компетенции | Коды | Индикаторы | Планируемые результаты обучения |
|-------|---|---------|--|--|
| ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.3 | Осуществляет выбор современных математических инструментальных средств для обработки исследуемых явлений в соответствии с поставленной задачей, анализирует результаты расчетов и интерпретирует полученные результаты | Знать: современные математические и программные инструментальные средства для работы с компьютерной графикой. Уметь: использовать программные средства для работы с компьютерной графикой и для анализа полученного результата. Владеть: навыками работы с современными программными средствами. |
| ОПК-2 | Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности | ОПК-2.1 | Применяет типовые математические модели на практике | Знать: основные концепции, математические модели, алгоритмы и современные технологии компьютерной графики. Уметь: использовать базовые методы создания и обработки изображений и трехмерной графики. Владеть: навыками моделирования эффектов и технологиями создания компьютерной графики. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | Трудоемкость | |
|--|----------------------|-------------------|
| | Всего | По семестрам |
| | | Семестр 6 |
| Аудиторные занятия | 64 | 64 |
| в том числе: | лекции | 48 |
| | практические | 0 |
| | лабораторные | 16 |
| Самостоятельная работа | 44 | 44 |
| Форма промежуточной аттестации (экзамен, зачет – __ час.) | экзамен – 36 час. | экзамен – 36 час. |
| Итого: | 144 | 144 |

13.1. Содержание дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Онлайн-курс, ЭУК* |
|--------------------------------|---|---|--|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Хранение и обработка растровых изображений | Компьютерная графика. Основные сведения и понятия. Цветовые модели. Растровые и векторные изображения. Сжатие изображений. Обработка растровых изображений (удаление шумов, бинаризация, интерполяция, повышение контраста, повышение резкости и т.д.) Основы распознавания изображения (выделение границ, векторизация, сегментация, бинарная морфология). | Онлайн-курс «Компьютерная графика (ПОиАИС)» (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25918) |
| 1.2 | Двумерная компьютерная графика | Растреризация графических примитивов (отрезки, окружности, дуги, кривые Безье и т.д.). Алгоритмы закраски. Растреризация текста | |
| 1.3 | Трёхмерная компьютерная графика | Трёхмерные координаты. Проецирование. Способы задания трёхмерных сцен. Алгоритмы рендеринга трёхмерных сцен. | |
| 1.4 | Современные технологии компьютерной графики | Обзор OpenGL Обзор DirectX Архитектура графических ускорителей. Шейдеры. | |
| 1.5 | Моделирование эффектов | Понятие нефотореалистичной компьютерной графики. Основные методы моделирования эффектов. | |
| 3. Лабораторные занятия | | | |
| 3.1 | Обработка растровых изображений | Сжатие изображений. Обработка растровых изображений (удаление шумов, бинаризация, интерполяция, повышение контраста, повышение резкости и т.д.) Основы распознавания изображения (выделение границ, векторизация, сегментация, бинарная морфология). | Онлайн-курс «Компьютерная графика — Практика (ПОиАИС)» (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25926) |
| 3.2 | Трёхмерная компьютерная графика | Трёхмерные координаты. Проецирование. Способы задания трёхмерных сцен. Алгоритмы рендеринга трёхмерных сцен. | |
| 3.3 | OpenGL | Создание моделей с OpenGL | |

* заполняется в случае использования онлайн-курса или материалов ЭК, расположенного на платформе «Электронный университет ВГУ», при реализации отдельного раздела дисциплины В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|---|--------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | Хранение и обработка растровых изображений | 10 | 0 | 6 | 9 | 25 |
| | Двумерная компьютерная графика | 10 | 0 | 0 | 9 | 19 |
| | Трёхмерная компьютерная графика | 10 | 0 | 5 | 9 | 25 |
| | Современные технологии компьютерной графики | 10 | 0 | 5 | 9 | 25 |
| | Моделирование эффектов | 8 | 0 | 0 | 8 | 16 |
| | Итого: | 48 | 0 | 16 | 44 | 144 |

14. Методические указания по освоению дисциплины: (рекомендации по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с презентационным материалом, рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине, по подготовке к текущей аттестации и др.)

Изучить материал, излагаемый на занятиях, изучить предлагаемые на электронном курсе материалы, рекомендуется вести конспект. Изучить методические пособия, прикрепленные к курсу.

15. Перечень литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Фирсов, А. С. Компьютерная графика : учебное пособие / А. С. Фирсов. — Тверь : Тверская ГСХА, 2018. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134221 (дата обращения: 10.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Селезнёв К.Е. Двумерная компьютерная графика / К.Е.Селезнёв .- Издательство ВГУ , 2014 .- 232 с. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Роджерс Д. Математические основы машинной графики /Д.Роджерс, А.Адамс. -М.-: Мир,-2001. |
| 2 | Справочник по OpenGL – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/opengl/opengl-reference (дата обращения: 01.05.2023). |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

| № п/п | Ресурс |
|-------|--|
| 1 | www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ |
| 2 | Онлайн-курс «Компьютерная графика (ПОиАИС)» (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25918) |
| 3 | Онлайн-курс «Компьютерная графика — Практика (ПОиАИС)» (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25926) |

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических работ и др.)

| № п/п | Источник |
|-------|------------------------------|
| 1 | LibreOffice |
| 2 | Open Workbench |
| 3 | Microsoft Visual Studio 2019 |
| 4 | Lazarus |
| 5 | SimplexNumerica |
| 6 | OpenDX |

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

При реализации дисциплины используются модульно-рейтинговая и личностно-ориентированные технологии обучения (ориентированные на индивидуальность студента, компьютерные и коммуникационные технологии). Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная мультимедийная аудитория: доска меловая или доска маркерная, компьютер с проектором.
Лабораторная аудитория с компьютерами.

19. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестаций

19.1. Текущий контроль

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

_____ лабораторные работы _____
(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, докладов, требования к представлению портфолио

Пример Лабораторной работы 1.

Задача заключается в программной реализации одного из классических алгоритмов растровой компьютерной графики. При выполнении данной задачи допустимо использовать только операции рисования и чтения отдельных пикселей, а также, если необходимо, вспомогательные функции инициализации/деинициализации графической подсистемы.

Поворот растрового изображения.

Пример Лабораторной работы 2.

Задача должна быть реализована на любом языке программирования по выбору студента (рекомендуется Delphi или Visual C++) с использованием только стандартных графических средств операционной системы и без использования дополнительных средств трёхмерной графики (OpenGL, DirectX и т.д.). Задача заключается в построении трёхмерного изображения выпуклой фигуры. Решением задачи является программа, позволяющая указывать параметры

создаваемого изображения и производящая построение соответствующего изображения в графическом окне.

Тип фигуры: прямоугольный параллелепипед с заданной шириной, высотой и длиной.

Модель освещения фигуры: одноточечное с заданным положением источника.

Тип проекции: параллельная (задаются углы поворота).

Пример Лабораторной работы 3.

Условия задач формируются точно так же как и условия задачи №2, но при выполнении задания необходимо использовать средства OpenGL или DirectX. Задача заключается в построении трёхмерного изображения выпуклой фигуры. Решением задачи является программа, позволяющая указывать параметры создаваемого изображения и производящая построение соответствующего изображения в графическом окне.

Тип фигуры: прямоугольный параллелепипед с заданной шириной, высотой и длиной.

Модель освещения фигуры: одноточечное с заданным положением источника.

Тип проекции: параллельная (задаются углы поворота).

Прозрачность фигуры: фигура может быть полупрозрачной.

Описание технологии проведения

Выполнение лабораторной работы. Демонстрация ее кода и работы. Пояснения к выполнению работы. Описание алгоритма. Устный ответ на вопросы.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|--------------|
| Лабораторная работа выполнена корректно, не содержит необработанных исключений, поставленная цель достигнута, алгоритм решения оптимальный. Свободно отвечает на все вопросы; в случае незнания небольшой части материала способен выстроить собственную логическую цепочку рассуждений и получить ответ. | базовый | Принято |
| Лабораторная работа содержит ошибки, имеются ситуации, приводящие к падению задачи, выбран неподходящий алгоритм решения, цель задачи не достигнута или достигнута частично. Не отвечает или отвечает не на все вопросы. | — | Не принято |

19.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

КИМ

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень практических заданий, тем презентаций, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ

Пример КИМа:

- 1) Опишите алгоритм Варнока.
- 2) Расскажите о векторной модели описания поверхностей.
- 3) Расскажите о растеризации текста и шрифтах.

1. Перечень вопросов к экзамену:

2. Понятие компьютерной графики. Связь с другими науками.
3. Физические аспекты восприятия.
4. Основные цветовые модели.
5. Векторная графика.
6. Растровые изображения и их характеристики.
7. Основные подходы к кодированию цвета и хранению растровых изображений.
8. Сжатие изображений на основе ДКП (алгоритм JPEG).
9. Фрактальное сжатие изображений. Алгоритм Малла.
10. Сжатие изображений без потерь (алгоритм JPEG-LS).
11. Формат цифровой фотографии (RAW).
12. Подавление шумов изображений.
13. Интерполяция растровых изображений (масштабирование, поворот, изгиб).
14. Бинаризация изображений. Метод Оцу.
15. Алгоритм Флойда-Стейнберга.
16. Метод упорядоченных возбуждений.
17. Имитация цветов за счёт увеличения разрешения растра (маскирование).
18. Равномерное выравнивание гистограммы.
19. Неравномерное выравнивание гистограммы. Тональная и цветовая коррекция. Работа со светом и тенями.
20. Работа с резкостью изображений. Метод нерезкой маски.
21. Выделение границ на основе дифференциальных масок.
22. Детектор краёв Кенни.
23. Векторизация растровых изображений. Метод Хафа.
24. Определитель прямых Барнса.
25. Методы сегментации изображений. Модели описания сегментов.
26. Алгоритм Брезенхема для рисования отрезков.
27. Алгоритм Брезенхема для рисования окружностей.
28. Кривые Безье. Алгоритм де Костельжо.
29. Алгоритмы рисования закрашенного многоугольника.
30. Алгоритмы заполнения произвольных областей.
31. Рисование стилизованных примитивов (толщина и начертание линий, текстуры).
32. Растеризация текста. Шрифты.
33. Важность и постановка задачи двумерного отсечения.
34. Алгоритм Сазерленда-Коэна.
35. Алгоритм разбиения средней точкой.
36. FastClip алгоритм (быстрого отсечения).
37. Алгоритм Лианга-Барски.
38. Алгоритм Кируса-Бека.
39. Алгоритм Сазерленда-Ходжмена.
40. Фрактальная графика.
41. Координатный метод описания объектов. Обобщённые координаты.
42. Матрицы преобразования координат. Проецирование. Виды координат (модельные, видовые, проекционные, экранные).
43. Аналитическая модель описания поверхностей.
44. Векторная модель описания поверхностей.
45. Воксельная модель описания поверхностей.
46. Классификация способов визуализации (рендеринга) трёхмерных сцен.
47. Алгоритм Робертса для многогранников.
48. Алгоритм плавающего горизонта для отрисовки поверхностей.
49. Алгоритм с сортировкой по глубине.
50. Алгоритм Z-буфера и построчного сканирования.

51. Алгоритм Варнока
50. Алгоритм Вейлера-Айзертонa.
52. Модели отражения света и их использование при закраске.
53. Методы закраски: монотонная закраска, метод Гуро и метод Фонга. Имитация микрорельефа
53. (карты нормалей).
54. Моделирование теней. Метод трассировки лучей.
55. Трудоёмкая операция нахождения ближайшей грани. Возможная оптимизация метода.
56. Современные технологии компьютерной графики.
57. Основные идеи OpenGL и DirectX. Расширения OpenGL.
58. Аппаратная архитектура графических ускорителей. Графический конвейер.
59. Особенности скоростной обработки данных в графических ускорителях.
60. Шейдеры.
61. Цели и задачи нефотореалистичной компьютерной графики. Артефакты и их классификация.
62. Методы маскирования изображений.
63. Маскирование образами (текст, точка, линия).
64. Построение мозаик.
65. Построение штриховых иллюстраций и текстур.
66. Рисование реалистичных отрезков.

Описание технологии проведения

Письменный и устный ответ студента на вопросы КИМ.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|--|--------------------------------------|---------------------|
| Свободно владеет материалом, отвечает на все вопросы; в случае незнания небольшой части материала способен выстроить собственную логическую цепочку рассуждений и получить ответ, выполнение всех лабораторных и контрольных работ. Умеет приводить примеры. | Повышенный | Отлично |
| Полное знание учебно-программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, частичная сдача или отсутствие лабораторных и контрольных работ. | Базовый | Хорошо |
| Знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, знакомство с основной литературой, рекомендованной программой. Присутствуют погрешности в ответе на зачете и при выполнении заданий, частичная сдача или отсутствие лабораторных и контрольных работ. | Пороговый | Удовлетворительно |
| Имеются пробелы в знаниях основного материала, принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, наличие которых препятствует дальнейшему обучению студента | — | Неудовлетворительно |