

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра информатики



Проректор по учебной работе
Романова М.А.
(подпись, расшифровка подписи)

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

*Б1.В.ДВ.10.01 Применение графических процессоров для создания
высокопроизводительных алгоритмов*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

профиль

Системное программирование и компьютерные технологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск

2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил(и):

А.В. Лоскутов, доцент кафедры информатики, к.ф.-м.н.



Рабочая программа дисциплины «Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов» утверждена на заседании кафедры информатики, протокол № 9 от 17 мая 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов» утверждена на заседании кафедры информатики, протокол № 10 от 12 мая 2020 г.

Заведующий кафедрой

Г.С. Осипов



Рецензент:

А.В. Лоскутов, 

ведущий научный сотрудник лаборатории цунами Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, к.ф.-м.н.

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов» является ознакомление студентов с основными понятиями графического программирования, рассматривая его как неотъемлемую часть математической науки и науки программирования, а также изучение теоретических основ для решения задач графического отображения информации.

Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение основных принципов программирования графических объектов;
- ознакомление с техническими, алгоритмическими, программными и технологическими решениями, используемыми в данной области;
- выработка практических навыков аналитического и экспериментального исследования основных методов и средств, используемых в области, изучаемой в рамках данной дисциплины.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.ДВ.10.01) подготовки студентов по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Пререквизиты дисциплины:

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин: «Теоретические основы информатики», «Языки и методы программирования», «Объектно-ориентированное программирование», «Численные методы», «Методы оптимизации», «Компьютерная алгебра», «Компьютерная геометрия».

Постреквизиты дисциплины:

Основные положения данной дисциплины выступают опорой для дисциплины «Компьютерное моделирование», а также подготовит к прохождению учебной, производственной и преддипломной практик, к научно-исследовательской работе.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

| Коды компетенции | Содержание компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|------------------|---|---|
| ПК-1 | способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям | ПК-1.1. Знать, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям ПК-1.2. Уметь собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям ПК-1.3. Иметь навыки сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям |
| ПК-2 | способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | ПК-2.1. Знать основные понятия, теории современного математического аппарата. ПК-2.2. Уметь использовать основные понятия, теории современного математического аппарата. ПК-2.3. Иметь навыки применения современного |

| | | |
|------|--|---|
| | | математического аппарата. |
| ПК-5 | способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее – сеть "Интернет") и в других источниках; | <p>ПК-5.1. Знать, как осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети Интернет и в других источниках.</p> <p>ПК-5.2. Уметь осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети Интернет и в других источниках.</p> <p>ПК-5.3. Иметь навыки осуществления целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети Интернет и в других источниках.</p> |

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

| Вид работы | Трудоемкость, акад. часов | |
|--|---------------------------|-----------|
| | 8 семестр | всего |
| Общая трудоемкость | 72 | 72 |
| Контактная работа: | 21 | 21 |
| Лекции (Лек) | 8 | 8 |
| Лабораторные работы (Лаб) | 12 | 12 |
| Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами) | 0 | 0 |
| Контактная работа в период промежуточной аттестации (КонтТО) | 1 | 1 |
| Форма контроля: зачет | 3 | 3 |
| Самостоятельная работа: | 48 | 48 |
| - самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий); | 20 | 20 |
| - подготовка к лабораторным занятиям; | 26 | 26 |
| - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.) | 2 | 2 |

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

| № п/п | Раздел дисциплины/ темы | семестр | Виды учебной работы (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |
|-------|--|----------|-------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--|
| | | | контактная | | | Самостоятельная работа | |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | |
| 1. | История и основы компьютерной графики. | 8 | 0 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |

| | | | | | | | |
|-----|---|--|----------|----------|-----------|-----------|----------------------------|
| 2. | Теоретические основы графических операций. | | 2 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |
| 3. | Знакомство с OpenGL. | | 2 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |
| 4. | Применение OpenGL для отрисовки графических примитивов. | | 2 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |
| 5. | Визуализация пространственных данных с помощью OpenGL. | | 2 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |
| 6. | Основы программирования GPGPU. | | 0 | | 2 | 4 | Проверка домашнего задания |
| 7. | Знакомство с архитектурой CUDA. | | 0 | | 0 | 6 | Проверка домашнего задания |
| 8. | CUDA API. | | 0 | | 0 | 6 | Проверка домашнего задания |
| 9. | Применение GPGPU для решения задач математической физики. | | 0 | | 0 | 6 | Проверка домашнего задания |
| 10. | Применение CUDA для задач машинного обучения. | | 0 | | 0 | 6 | Проверка домашнего задания |
| | Итого: | | 8 | 0 | 12 | 48 | Устный зачет |

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. История и основы компьютерной графики.

Тема 1. Общие сведения.

Понятие компьютерной графики. История развития компьютерной графики.

Тема 2. Современные стандарты компьютерной графики.

Стандартизация в компьютерной графике. Стандарты обмена данными. Метафайлы.

Тема 3. Классификация компьютерной графики.

Тема 4. Области применения компьютерной графики.

Научная графика. Деловая графика. Конструкторская графика. Иллюстративная графика. Художественная и рекламная графика. Компьютерная анимация.

Тема 5. Виды компьютерной графики по типу представления графических данных.

Растровая графика. Векторная графика. Фрактальная графика. 3D-графика (трехмерная графика). Web-графика.

Тема 6. Обзор программ компьютерной графики.

Типы инструментальных средств. Векторные графические редакторы. Растровые графические редакторы. Редакторы для обработки цифровых фотографий и создания альбомов. Графические библиотеки и стандарты. Программные средства обработки 3D-графики, анимации и САПР.

Раздел 2. Теоретические основы графических операций.

Тема 1. Геометрическое моделирование.

Геометрическое определение базовых типов. Математическое определение базовых типов.

Тема 2. Координатный метод.

Системы координат. Преобразования координат.

Тема 3. Аффинные преобразования.

Двумерные аффинные преобразования. Аффинные преобразования в пространстве.

Тема 4. Базовые вычислительные и растровые алгоритмы.

Область визуализации и функция кадрирования. Отсечение. Операции с изображением на уровне растра. Инкрементные алгоритмы. Алгоритмы вывода фигур. Заполнение сплошных областей. Методы улучшения растровых изображений.

Тема 5. Методы и алгоритмы трехмерной графики.

Визуализация трехмерных изображений. Виды проектирования. Удаление невидимых линий и

поверхностей. Закрашивание поверхностей. Примеры изображения трехмерных объектов.

Тема 6. Кривые и криволинейные поверхности.

Представление кривых линий и поверхностей. Общая характеристика полиномиальной параметрической формы представления. Параметрически заданные кубические сплайны. Кубические B-сплайны. Построение кривых и поверхностей.

Раздел 3. Знакомство с OpenGL.

Тема 1. Графические функции OpenGL.

Графическая библиотека OpenGL. Установка цвета. Вывод графиков функций. Установка освещения. Наложение текстур. Использование списков отображения. Метод устранения ступенчатости изображения, формируемого библиотекой OpenGL. Ошибки при построении изображений с помощью OpenGL и методы их предотвращения и исправления.

Тема 2. Библиотека OpenGL и платформа Microsoft .NET Framework.

Возможности использования библиотеки OpenGL на платформе Microsoft .NET Framework.

Тема 3. Библиотека OpenGL и Object Pascal.

Особенности использования библиотеки OpenGL в программах, создаваемых на языке программирования Object Pascal с использованием среды разработки Delphi.

Тема 4. Структура приложений, использующих OpenGL.

Структура приложений на языках программирования C# (тип приложений WinForms) и на Object Pascal (Delphi), использующих библиотеку OpenGL.

Раздел 4. Применение OpenGL для отрисовки графических примитивов.

Тема 1. Основные примитивы OpenGL и их свойства.

Рисование геометрических примитивов.

Тема 2. Преобразования на плоскости.

Использование базовых преобразований. Координатные преобразования в OpenGL.

Раздел 5. Визуализация пространственных данных с помощью OpenGL.

Тема 1. Преобразования в пространстве.

Использование базовых преобразований. Установка перспективы и камеры.

Тема 2. Моделирование двух- и трехмерных сцен.

Использование 3D-объектов библиотеки GLAUX. Создание своих 3D-объектов. Построение фракталов.

Раздел 6. Основы программирования GPGPU.

Тема 1. От графических процессоров к GPGPU.

Производительность и параллелизм. Эволюция GPU. Сравнение архитектуры CPU и GPU.

Раздел 7. Знакомство с архитектурой CUDA.

Тема 1. Программная модель CUDA.

Основные принципы. Нити и блоки.

Тема 2. Расширения языка.

Атрибуты функций и переменных. Встроенные типы. Встроенные переменные. Оператор вызова GPU-ядра. Встроенные функции.

Раздел 8. CUDA API.

Тема 1. CUDA runtime API.

Асинхронное исполнение. Обработка ошибок в CUDA. Доступ к свойствам установленных GPU.

Тема 2. Атомарные операции.

Атомарные арифметические операции. Атомарные побитовые операции. Проверка статуса нитей варпа. Доступность и производительность атомарных операций.

Раздел 9. Применение GPGPU для решения задач математической физики.

Разработка и реализация программы сложения векторов, умножения вектора на число.

Разработка и реализация программы умножения матриц с использованием разделяемой памяти.

Разработка и реализация программы умножения векторов, вектора на матрицу и умножения матриц с использованием библиотеки CUBLAS.

Разработка и реализация программы решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.

Раздел 10. Применение CUDA для задач машинного обучения.

Тема 1. Предмет машинного обучения.

Понятие «Машинное обучение». Задачи машинного обучения. Виды машинного обучения. Основные проблемы машинного обучения.

Тема 2. Популярные алгоритмы моделей машинного обучения.

Дерево принятия решений. Наивная байесовская классификация. Метод наименьших квадратов. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов (SVM). Метод ансамблей. Алгоритмы кластеризации. PCA — метод главных компонент. Сингулярное разложение. ICA — анализ независимых компонент.

Тема 3. Примеры машинного обучения в контексте решения реальных проблем.

Задача классификации. Задача восстановления регрессии. Задача кластеризации (обучения без учителя). Задача идентификации. Задача прогнозирования. Задача извлечения знаний.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

Лабораторное занятие 1 (2 ч.). Тема: История и основы компьютерной графики.

Вопросы для обсуждения:

1. Определение и задачи компьютерной графики.
2. История развития компьютерной графики.
3. Области применения компьютерной графики.
4. Ядро графической системы.
5. Пользователи графических систем: Разработчик, Прикладной программист, Оператор графической системы и их функции.
6. Методы представления графической информации: Растровая графика, Векторная графика, Фрактальная графика, 3D-графика, Web-графика.
7. Форматы файлов графики.
8. Цветовые модели: RGB, CMYK, HSB и области их использования.

Примерные задания:

1. Назовите четыре основные области применения компьютерной графики.
2. Каковы основные направления развития компьютерной графики? Какие задачи они решают?
3. Какую роль играет компьютерная геометрия и графика в современной жизни и деятельности людей?
4. Приведите наиболее яркие примеры использования средств компьютерной графики для решения задач из различных сфер человеческой деятельности.
5. Кем и когда была разработана первая интерактивная программа для рисования?
6. Назовите основных разработчиков методов закрашивания гладких поверхностей.
7. Кто является автором ряда алгоритмов построения растровых образов различных геометрических объектов?
8. Назовите авторов алгоритмов удаления невидимых линий.
9. Расположите в убывающем порядке чувствительность рецепторов глаза к цветам: красный, зеленый, синий.
10. Назовите физические характеристики светового потока.
11. Сколько градаций цветового тона возможно при восьмиразрядном кодировании, при 24-разрядном кодировании?

12. Что такое хроматический спектр?
13. Что такое ахроматический спектр?
14. Как осуществляется проекция трехмерного цветового пространства на плоскость?
15. Что такое дополнительный цвет?
16. Что такое аддитивная и субтрактивная цветовые модели? Чем отличаются их цветовые кубы?
17. Для каких объектов характерно аддитивное, субтрактивное цветовоспроизведение?
18. Что является основой цветовой модели HSV и HLS?
19. Являются ли цветовые модели HSV и HLS аддитивными или субтрактивными?
20. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HSV.
21. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HLS.
22. В чем состоит главное достоинство цветового пространства Luv?
23. В чем состоит главное достоинство цветового пространства Lab

Лабораторное занятие 2 (2 ч.). Тема: Теоретические основы графических операций.

Вопросы для обсуждения:

1. Геометрическое определение базовых типов.
2. Математическое определение базовых типов.
3. Системы координат.
4. Преобразования координат.
5. Двумерные аффинные преобразования.
6. Аффинные преобразования в пространстве.
7. Область визуализации и функция кадрирования.
8. Отсечение: целиком видимые, целиком невидимые, пересекающие окно.
9. Операции с изображением на уровне растра.
10. Алгоритм вывода прямой линии.
11. Прямое вычисление координат.
12. Инкрементные алгоритмы.
13. Алгоритмы вывода фигур.
14. Тест принадлежности точки многоугольнику.
15. Заполнение многоугольников.
16. Стилль заполнения. Кисть. Текстура.
17. Методы улучшения растровых изображений: устранение ступенчатого эффекта, дизеринг.
18. Визуализация трехмерных изображений.
19. Виды проектирования: Параллельное и Перспективное проектирования.
20. Удаление невидимых линий и поверхностей.
21. Удаление нелицевых граней.
22. Алгоритм Z-буфера (буфер глубины).
23. Алгоритм Робертса.
24. Алгоритм построчного сканирования.
25. Закрашивание поверхностей.
26. Модели отражения света.
27. Вычисление нормалей.
28. Преломление света.
29. Вычисление вектора преломленного луча.
30. Трассировка лучей.
31. Примеры изображения трехмерных объектов: шар, цилиндр, тор
32. Представление кривых линий и поверхностей в явной форме и в неявной.
33. Параметрическая форма представления.
34. Общая характеристика полиномиальной параметрической формы представления.
35. Параметрически заданные кубические сплайны.
36. Интерполяция.
37. Кривые Эрмита.

38. Кривые и порции поверхности в форме Безье.
39. Кубические В-сплайны.
40. Обобщенные В-сплайны.
41. Построение кривых и поверхностей.

Примерные задания:

1. В чем преимущества задания преобразований координат в компьютерной графике в матричной форме?
2. Назовите основные двухмерные преобразования в компьютерной графике.
3. Построить матрицу растяжения с коэффициентом растяжения α вдоль оси абсцисс и δ вдоль оси ординат и с центром в точке $A(a,b)$.
4. Построить матрицу вращения на угол φ вокруг прямой L , проходящей через точку $A(a,b,c)$ и имеющей направляющий вектор (k,m,n) .

Лабораторное занятие 3 (2 ч.). Тема: Знакомство с OpenGL.

Вопросы для обсуждения:

1. Интерфейс OpenGL.
2. Архитектура OpenGL.
3. Синтаксис команд OpenGL.
4. Установка цвета.
5. Вывод графиков функций.
6. Установка освещения.
7. Наложение текстур.
8. Использование списков отображения.
9. Метод устранения ступенчатости изображения
10. Ошибки при построении изображений, методы их предотвращения и исправления.
11. Возможности использования библиотеки OpenGL на платформе Microsoft .NET Framework.
12. Особенности использования библиотеки OpenGL в программах, создаваемых на языке программирования Object Pascal с использованием среды разработки Delphi.
13. Структура приложений на языках программирования C# (тип приложений WinForms) и на Object Pascal (Delphi), использующих библиотеку OpenGL.

Примерные задания:

1. Создание OpenGL окна.
2. Создание треугольника и квадрата, при помощи `GL_TRIANGLES` и `GL_QUADS`.

Лабораторное занятие 4 (2 ч.). Тема: Применение OpenGL для отрисовки графических примитивов.

Вопросы для обсуждения:

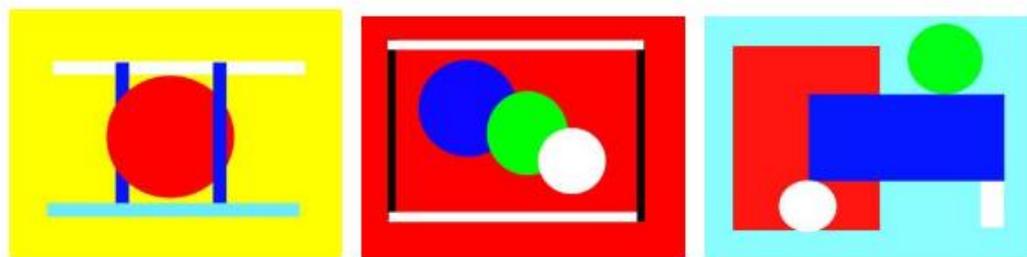
1. Основные примитивы OpenGL и их свойства.
2. Команды для рисования геометрических примитивов.
3. Использование базовых преобразований на плоскости.
4. Координатные преобразования в OpenGL.

Примерные задания:

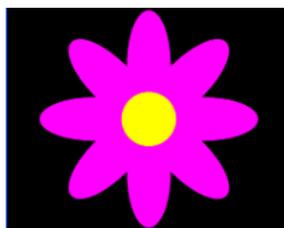
1. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая выводит на экран изображение, созданное из нескольких графических примитивов (точки, отрезки, ломаные, четырехугольника, треугольники, полигоны, квадраты, прямоугольники, круги, эллипсы, окружности, дуги и т.д.). в программе должны быть использованы операции геометрических преобразований: `glTranslate`, `glRotate`, `glScale`.

Варианты работ:

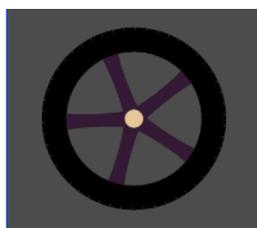
- 1) Используя базовые примитивы, создайте один из трех рисунков:



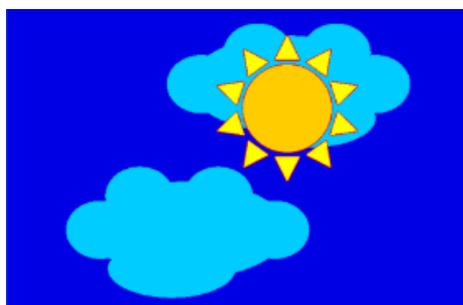
- 2) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Цветок». Добавьте к цветку стебель и листья.



- 3) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Колесо». Дополните рисунок, чтобы получилась «телега» или «машина».



- 4) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графические примитивы «Солнышко с лучами» и «Облако».



- 5) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Аналоговые часы с маятником».
- 6) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Корабль».
- 7) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Домик». На крыше домика нарисуйте трубу, из которой выходит дым.
- 8) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте картину, состоящую из графических примитивов «Радуга», «Солнце», «Дождь».
- 9) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Ползающее насекомое», например паука.

- 10) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте графический примитив «Летающее насекомое», например пчелу.
- 11) Используя базовые и собственные графические примитивы, создайте любое узнаваемое изображение по собственному желанию. Детализация приветствуется. Проявите фантазию.

2. В работе необходимо анимировать примитивы (задать траектории движения, реализовать вращение).

Варианты работ:

- 1) Несколько точек двигаются в прямоугольной области и отталкиваются от стенок прямоугольника («броуновское движение»).
- 2) Несколько полигонов вращаются вокруг своей оси и двигаются справа налево и сверху вниз под разными углами («астероидный поток»).
- 3) Несколько объектов вращаются относительно центра координат, а относительно них вращаются спутники («солнечная система»).
- 4) Несколько объектов вращаются относительно своей оси и двигаются по синусоиде слева направо («синусоида»).
- 5) Придумайте свои траектории движения, алгоритм изменения размеров и углов поворота.

3. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL для вывода графиков функции. Программа должна выполнить следующие действия:

- вывести график заданной функции на заданном отрезке;
- вывести график производной заданной функции;
- отметить максимум и минимум функции на заданном отрезке;
- раскрасить график функции: области, на которых график убывает – одним цветом, области, на которых график возрастает – другим цветом;
- выделить цветом локальные минимумы и максимумы.

Варианты работ:

- 1) $y = \sin(x)$
- 2) $y = \cos(x) * \sin(2 * x)$
- 3) $y = \cos(x) * x * x$
- 4) $y = \log(x) + \sin(x)$
- 5) $y = \exp(x) + \sin(x)$
- 6) $y = \sqrt{x} * \tan(x) * \sin(2 * x)$
- 7) $y = \text{myFunction}(x)$, любая произвольная функция.

4. Необходимо реализовать наложение текстур на примитивы и сделать освещение сцены.

Варианты работ:

- 1) Несколько точек двигаются в прямоугольной области и отталкиваются от стенок прямоугольника («броуновское движение»).
- 2) Несколько полигонов вращаются вокруг своей оси и двигаются справа налево и сверху вниз под разными углами («астероидный поток»).
- 3) Несколько объектов вращаются относительно центра координат, а относительно них вращаются спутники («солнечная система»).
- 4) Несколько объектов вращаются относительно своей оси и двигаются по синусоиде слева направо («синусоида»).
- 5) Придумайте свои траектории движения, алгоритм изменения размеров и углов поворота.

Лабораторное занятие 5 (2 ч.). Тема: Визуализация пространственных данных с помощью OpenGL.

Вопросы для обсуждения:

1. Использование базовых преобразований в пространстве.
2. Установка перспективы и камеры.

3. Моделирование двух- и трехмерных сцен.
4. Использование 3D-объектов библиотеки GLAUX.
5. Построение фракталов.

Примерные задания:

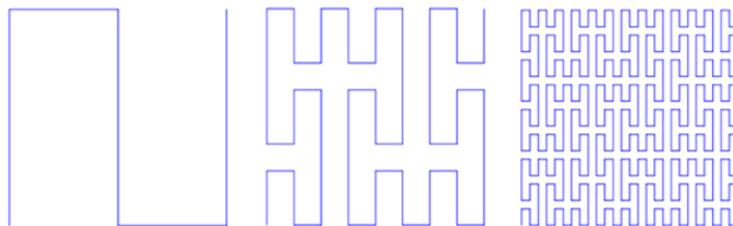
1. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая отображает трехмерную сцену из множества трехмерных текстурированных объектов. Объекты можно создать самому, можно использовать объекты, описанные в модулях glaux (auxSolidSphere, auxSolidBox, auxSolidCylinder, auxSolidIcosahedron, auxSolidTeapot и др.) или glu (gluSphere, gluDisk, gluCylinder).

Варианты работ:

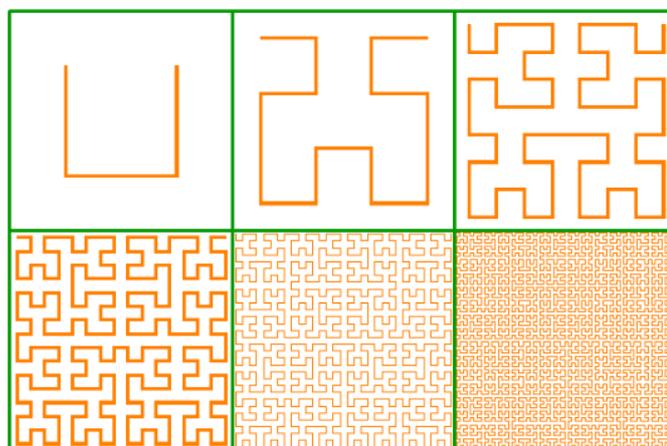
- 1) Улица из домов разных цветов, размеров и типов.
 - 2) Лес с деревьями разных цветов, размеров и типов.
 - 3) Внутренний вид комнаты с предметами мебели.
 - 4) Внутренний зал музея с экспонатами разных размеров и форм.
 - 5) Придумайте сами сцену и объекты, расположенные на ней.
2. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая рисует фрактал. Для рисования фрактала можно использовать алгоритм рекурсии или алгоритм L-систем.

Варианты работ:

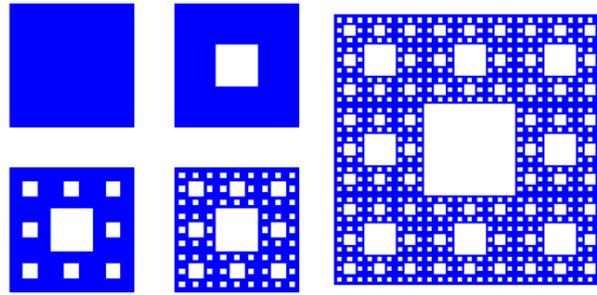
- 1) Нарисовать фрактал «Кривая Пеано».



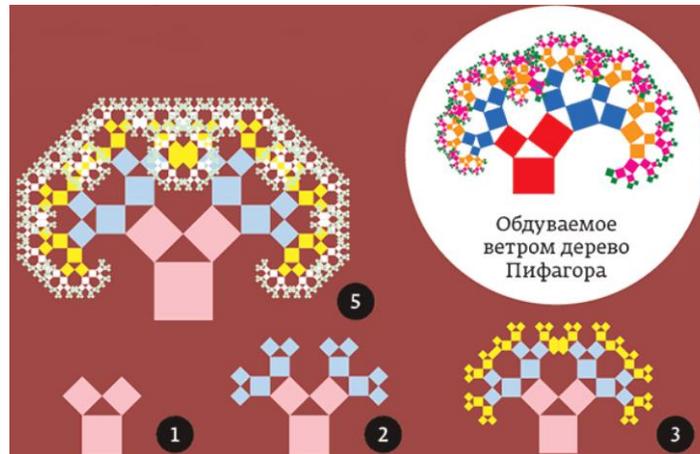
- 2) Нарисовать фрактал «Кривая Гильберта».



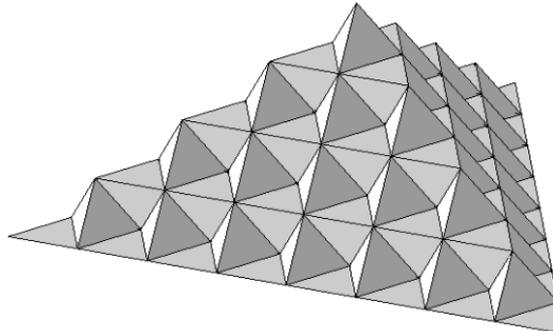
- 3) Нарисовать фрактал «Ковер Серпинского».



4) Нарисовать фрактал «Дерево Пифагора».



5) Нарисовать фрактал «Пирамида Коха».



6) Придумайте свой фрактал или скомбинируйте уже известные фракталы.

Лабораторное занятие 6 (2 ч.). Тема: Основы программирования GPGPU. Самостоятельное изучение

Вопросы для обсуждения:

1. Пиковая и реальная производительность.
2. Закон Амдала (закон параллелизма).
3. Эволюция GPU.
4. Основные архитектурные отличия GPU от CPU.
5. Архитектура современных GPU.
6. Распараллеливание вычислений по данным.

Примерные задания:

1. Изучение свойств и архитектуры GPU.
2. Анализ и выбор средств программирования GPU.
3. Адаптация программных алгоритмов к GPU.

4. Производительность вычислений на GPU.
5. Перечислите виды и характеристики памяти, доступной из программы GPU.
6. Как указать требуемое размещение переменной в памяти GPU (регистровой, разделяемой, глобальной, памяти текстур, ...)?
7. Как в программе для CPU обеспечить синхронизацию с программой для GPU?
8. Перечислите виды и характеристики памяти GPU, доступной из программы основного процессора.
9. Какие ограничения наложены на функции, которые должны выполняться на GPU?
10. Реализация алгоритма поиска максимального элемента в массиве на GPU.
11. Задача транспонирования матрицы на CPU.

Лабораторное занятие 7 (2 ч.). Тема: Знакомство с архитектурой CUDA. Самостоятельное изучение

Вопросы для обсуждения:

1. Основные принципы концепции CUDA.
2. Иерархия нитей.
3. Взаимодействие нитей в блоках.
4. Адресация памяти в нитях.
5. CUDA-программа.
6. Компиляция программ.
7. Расширения языка C в архитектуре CUDA.
8. Спецификаторы функций и переменных.
9. Дополнительные типы данных CUDA.
10. Полный синтаксис запуска ядер на исполнение.
11. Дополнительные математические функции.
12. Разделяемая (`__shared__`) память.

Примерные задания:

1. Установка и конфигурация CUDA на компьютер.
2. Компиляция программ на CUDA.
3. Что такое ядро в терминологии CUDA?
4. Как задается размерность и количество потоков ядра, выполняемого графическим процессором?
5. Перечислите виды и характеристики памяти, доступной из программы CPU при использовании архитектуры CUDA.
6. Перечислите встроенные векторные типы данных расширения языка C и объясните смысл их наименований.
7. Если к одному CPU подключено несколько видеокарт NVIDIA CUDA, то каким образом можно обеспечить их одновременную загрузку?
8. Что такое мультипроцессор в терминологии CUDA?
9. Какие ограничения наложены на функции, выполняемые в графическом процессоре?
10. Как определить версию и технические характеристики графического процессора NVIDIA?
11. Перечислите и охарактеризуйте группы библиотечных функций Run-time библиотеки CUDA?
12. Что такое сетка, блок, поток в терминологии CUDA?
13. Что такое тип данных `dim3`?
14. Какова максимальная размерность сетки в блоках?
15. Перечислите и охарактеризуйте функции компонентов программного обеспечения CUDA.
16. Какую модель параллелизма реализует архитектура CUDA?
17. Что делает препроцессор `nvcc`?
18. Можно ли получить указатель на функцию, выполняемую графическим процессором?
19. С помощью какого расширения синтаксиса запускается ядро CUDA?
20. Перечислите и охарактеризуйте дополнительные виды функций, существующие в расширении синтаксиса языка C для CUDA?

21. Какие имена полей используются во строенных векторных типах?

Лабораторное занятие 8 (2 ч.). Тема: CUDA API. Самостоятельное изучение

Вопросы для обсуждения:

1. Асинхронные операции CUDA.
2. Выполнение синхронизации.
3. Обработка ошибок в CUDA.
4. Доступ к свойствам установленных GPU.
5. Атомарные операции
6. Атомарные арифметические операции.
7. Атомарные побитовые операции.
8. Проверка статуса нитей варпа.
9. Атомарные операции в глобальной памяти.
10. Атомарные операции в разделяемой памяти.
11. Производительность атомарных операций.

Примерные задания:

1. Построение таблицы значений функции с заданным шагом с использованием технологии CUDA.
2. Решение задачи транспонирования матрицы с использованием технологии CUDA.
3. Решение задачи умножение матрицы на транспонированную с использованием технологии CUDA.
4. Решение задачи поиска обратной матрицы с использованием технологии CUDA.
5. Решение задачи вычисления детерминанта с использованием технологии CUDA.
6. Решение систем линейных алгебраических уравнений на графических процессорах с использованием технологии CUDA.

Лабораторное занятие 9 (4 ч.). Тема: Применение GPGPU для решения задач математической физики. Самостоятельное изучение

Вопросы для обсуждения:

1. Алгоритмы распараллеливания вычислений на графическом процессоре в технологии CUDA.
2. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма.
3. Какие виды памяти доступны из программ для GPU?
4. Как синхронизируются процессы в CPU и в GPU?

Примерные задания:

1. Необходимо реализовать программы сложения векторов, умножения вектора на число.
2. Необходимо реализовать программу умножения матриц с использованием разделяемой памяти.
3. Необходимо реализовать программы умножения векторов, вектора на матрицу и умножения матриц с использованием библиотеки CUBLAS.
4. Необходимо реализовать программу решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
5. Написание программы для вычисления определенных интегралов по квадратурным формулам.
6. Решить задачи математической физики, используя различные методы:
 - 1) Посчитать по формуле, представляющей точное решение задачи в виде ряда.
 - 2) Применить разностный метод.
 - 3) Применить метод конечных элементов. В качестве конечных элементов использовать фундаментальные сплайны.
 - 4) Построить графики, показывающие поведение решения. Сравнить различные методы между собой.
 - а) Уравнение колебания струны.
 - б) Уравнение теплопроводности.
 - в) Уравнение Пуассона.

Лабораторное занятие 10 (4 ч.). Тема: Применение CUDA для задач машинного обучения.

Самостоятельное изучение

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие «Машинное обучение».
2. Типы задач машинного обучения.
3. Основные виды машинного обучения.
4. Основные алгоритмы моделей машинного обучения.
5. Основные проблемы машинного обучения.
6. Основные этапы решения задач машинного обучения.
7. Дерево принятия решений.
8. Наивная байесовская классификация.
9. Метод наименьших квадратов.
10. Логистическая регрессия.
11. Метод опорных векторов (SVM).
12. Метод ансамблей.
13. Алгоритмы кластеризации.
14. PCA - метод главных компонент.
15. Сингулярное разложение.
16. ICA - анализ независимых компонент.

Примерные задания:

1. Примеры задач классификации.
2. Примеры задач восстановления регрессии.
3. Примеры задач кластерного анализа.
4. Примеры задач идентификации.
5. Примеры задач прогнозирования.
6. Примеры задач извлечения знаний.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

| № | Название темы | Количество часов |
|----|---|------------------|
| 1. | Основы программирования GPGPU. | 4 |
| 2. | Знакомство с архитектурой CUDA. | 4 |
| 3. | CUDA API. | 4 |
| 4. | Применение GPGPU для решения задач математической физики. | 4 |
| 5. | Применение CUDA для задач машинного обучения. | 4 |

Вопросы для самоконтроля:

1. Библиотека Thrust.
2. Алгоритм трансформации.
3. Алгоритм редукции.
4. Производительность вычислений.
5. Взаимодействие Thrust и CUDA
6. Переключение целевой платформы Thrust
7. Библиотека PyCUDA.
8. Простой пример работы с PyCUDA
9. Модуль ndarray и взаимодействие с NumPy

6. Образовательные технологии

| № п/п | Наименование раздела | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------------|
|-------|----------------------|----------------------|----------------------------|

| | | | |
|-----|--|------------------------|---|
| 1. | История и основы компьютерной графики | Лабораторное занятие | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 2. | Теоретические основы графических операций | Лабораторное занятие | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 3. | Знакомство с OpenGL | Лабораторное занятие | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 4. | Применение OpenGL для отрисовки графических примитивов | Лабораторное занятие | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 5. | Визуализация пространственных данных с помощью OpenGL | Лабораторное занятие | Лабораторное занятие в компьютерном классе. |
| | | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 6. | Основы программирования GPGPU | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 7. | Знакомство с архитектурой CUDA | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 8. | CUDA API | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 9. | Применение GPGPU для решения задач математической физики | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |
| 10. | Применение CUDA для задач машинного обучения | Самостоятельная работа | Изучение материала, подготовка домашнего задания. |

В учебном плане предусмотрено 4 часа в интерактивной форме, которые могут быть распределены следующим образом:

| № | Наименование темы | Форма занятия | Кол-во часов | Интерактивная форма проведения занятий |
|---------------|--|----------------------|--------------|--|
| 1. | Теоретические основы графических операций. | Лабораторное занятие | 2 | Дискуссия, мозговой штурм |
| 2. | Знакомство с OpenGL. | Лабораторное занятие | 2 | Дискуссия, мозговой штурм |
| Итого: | | | 4 | |

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к зачету:

1. Растровая графика: основные понятия, геометрические и цветовые характеристики растра.
2. Векторная графика: основные понятия и объекты. Взаимодействие растровой и векторной графики, преимущества и недостатки различных видов графики.

3. К какому направлению работы с изображением относится передача изображения с устранением шумов и сжатием данных?
4. В каких единицах измеряют разрешение изображения оригинала?
5. Как называют наименьший элемент растровой графики?
6. Какой вид изображения масштабируется без потери качества?
7. Какая цветовая модель называется субтрактивной?
8. Какой базовый тип компьютерной графики определен как величина, каждое значение которой может быть выражено одним числом?
9. Аффинные преобразования на плоскости.
10. Трехмерное аффинное преобразование.
11. Аффинные преобразования объектов на плоскости.
12. Трехмерное аффинное преобразование объектов.
13. Связь преобразований объектов с преобразованиями координат.
14. Мировые и экранные координаты.
15. Основные типы проекций.
16. Что будет являться результатом сложения точки и вектора в аффинном пространстве?
17. Какая система координат содержит точку отсчета (начало координат) и линейно независимый базис, благодаря которым становится возможным цифровое описание геометрических свойств любого графического объекта в абсолютных единицах?
18. Какое двумерное аффинное преобразование невозможно записать в виде матрицы 2×2 и поэтому все четыре преобразования представляют в виде матриц 3×3 ?
19. Какое аффинное преобразование реализует матрица $[A] = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$?
20. Какой двумерный алгоритм отсечения использует операцию логического умножения?
21. На сколько областей разделено окно отсечения и прилегающие к нему плоскости согласно алгоритму двумерного отсечения Коэна-Сазерленда?
22. Сколько косвенных соседей имеет каждая точка на плоскости?
23. К какому виду текстуры относится текстура «шахматная доска»?
24. Какая из единиц измерения может быть отнесена к единице измерения линиатуры растра?
25. Какие виды проекций относятся к параллельным проекциям?
26. Какое преобразование реализует матрица $[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \cos \frac{\pi}{4} & \sin \frac{\pi}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$?
27. Какой вид отражения описывает эмпирическая модель Фонга?
28. Какому методу закрашивания характерен минимальный максимальный эффект полос Маха?
29. Какой вид трассировки лучей позволяет значительно сократить перебор световых лучей?
30. Чем отличается кривая Безье от кривой Эрмита?
31. С помощью каких функций можно сформировать порции поверхностей Безье?
32. Как называют наименьший элемент растровой графики?
33. С помощью каких функций можно сформировать порции поверхностей Безье?
34. Какая задача формулируется как поиск функции $p(u) = [x(u) \cdot y(u) \cdot z(u)]^T$, определенной на интервале $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$, которая является достаточно гладкой и проходит достаточно близко к опорным точкам?
35. Основные графические операции, которые выполняет OpenGL.
36. Характерные особенности и возможности OpenGL.
37. Функции библиотек OpenGL.
38. Какие двумерные примитивы реализованы в библиотеке OpenGL?
39. Какие типы матриц используют в OpenGL?
40. Какое правило задает команда `glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)`?

41. Какая команда позволяет добавить источник света в сцену?
42. Какие виды проективных преобразований реализованы в OpenGL?
43. Базовые алгоритмы. Построения отрезка прямой линии.
44. Базовые алгоритмы. Рисование окружности.
45. Базовые алгоритмы. Отсечения линий.
46. Примеры изображения трехмерных объектов: куб.
47. Примеры изображения трехмерных объектов: сфера.
48. Примеры изображения трехмерных объектов: тор.
49. Алгоритмы отображения видимых и невидимых граней.
50. Закрашивание граней.
51. Наложение текстуры на поверхность трехмерного объекта.
52. Что такое машинное обучение и какие задачи оно решает?
53. Виды задач машинного обучения.

Примерный вариант теста по различным темам:

1. Какие из приведенных ниже примитивов являются двумерными?
 1. окружность
 2. сфера
 3. цилиндр
 4. отрезок
2. Какая закрашка эффективнее Гуро или Фонга?
 1. Закраска Гуро
 2. Закраска Фонга
3. Для двумерного смещения точки дополненная матрица преобразований должна иметь размерность...
 1. 3×3
 2. 2×3
4. При каком условии перспективная проекция называется аксонометрической?
 1. если центр проецирования располагается в начале координат
 2. если центр проецирования располагается в бесконечности
 3. если центр проецирования отсутствует
5. В каком алгоритме вычерчивания прямых используется проверка величины ошибки?
 1. цифровой дифференциальный анализатор
 2. алгоритм вычерчивания отрезков
 3. алгоритм Брезенхема
6. Алгоритм Брезенхема для генерации окружности требует построения только части окружности. Какой?
 1. $1/2$
 2. $1/8$
 3. $1/4$
7. Для какого метода верно следующее утверждение: "В методах ... пытаются определить в порядке сканирования строк, лежит ли точка внутри многоугольника или контура"?
 1. затравочного заполнения
 2. растровой развертки
8. В котором из методов используется механизм рекурсии?
 1. затравочного заполнения
 2. растровой развертки
9. В основу какого метода легло предположение, что соседние пикселы вероятно окрашены одинаково?
 1. заполнения многоугольников
 2. растровой развертки многоугольников

10. В котором из алгоритмов заполнения используется стек?
 1. простой алгоритм заполнения гранично-определенной области
 2. построчный алгоритм заполнения
11. Где применяются отсечения?
 1. в алгоритмах удаления невидимых линий
 2. при построении теней
 3. для увеличения разрешения растра
 4. при формировании фактуры
12. Какие из алгоритмов дадут наилучший результат при приближении?
 1. работающие в объектном пространстве
 2. работающие в пространстве изображения
13. В каком алгоритме удаления скрытых поверхностей отсутствует сортировка?
 1. алгоритм плавающего горизонта
 2. Z-буфера
 3. алгоритм, использующий трассировку
14. Какой из методов более эффективен для сглаживания?
 1. метод Гуро
 2. метод Фонга
 3. метод одновременной закраски
 4. метод однотонной закраски
15. В машинной графике фактурой называется...
 1. интенсивность отраженного к наблюдателю света
 2. интенсивность отраженного к источнику света
 3. детализация строения поверхности

Ответы: 1-1; 2-1; 3-1; 4-2; 5-3; 6-2; 7-2; 8-1; 9-2; 10-2; 11-1,2,4; 12-1; 13-2; 14-2; 15-3

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учетом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачет по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Баранов С.Н. Основы компьютерной графики: учебное пособие / С.Н. Баранов, С.Г. Толкач. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. — 88 с. — ISBN 978-5-7638-3968-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL:

<http://www.iprbookshop.ru/84276.html>

2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие / К.Ю. Богачёв. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 343 с. — ISBN 978-5-00101-758-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20702.html>
3. Гегель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие / В.П. Гегель. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 500 с. — ISBN 978-5-4497-0389-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89478.html>
4. Куликов А.И. Алгоритмические основы современной компьютерной графики / А.И. Куликов, Т.Э. Овчинникова. — 2-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 230 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/73660.html>

9.2. Дополнительная литература

1. Перемитина Т.О. Компьютерная графика: учебное пособие / Т.О. Перемитина. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-4332-0077-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13940.html>
2. Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах: учебное пособие / К.А. Некрасов, С.И. Поташников, А.С. Боярченков, А.Я. Купряжкин. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-7996-1722-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69657.html>
3. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие / А.В. Боресков, А.А. Харламов, Н.Д. Марковский [и др.]. — Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-19-011058-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54647.html>
4. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. Москва, издательство МЦНМО, 2018. 384 с.
5. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA: учеб. пособие для академического бакалавриата /А.А. Малявко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018 г. – 116 с.
6. Боресков А.В., Харламов Н.Д. и др. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие для вузов .МГУ им. М.В.Ломоносова; Суперкомпьютерный консорциум университетов России; Авт.предисл. В.А. Садовничий. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 336с.
7. Григорьева И.В. Компьютерная графика: Учебное пособие. – М.: МПГУ, 2016. – 298 с.
8. Лихачев В.Н. Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2015 г. - 225 с.

9.3. Интернет-ресурсы:

1. <http://pmg.org.ru/nehe/index.html>
2. <http://www.glprogramming.com/red/>
3. <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9144>
4. <http://parallel-compute.ru/book>
5. <http://grafika.me/>
6. <http://compgraphics.info/>
7. <http://3dyuriki.com/>

8. <http://www.render.ru/>

9.4. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);
2. Microsoft Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)
3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
5. Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
6. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational Renewal License (лицензия 2022-190513-020932-503-526), срок пользования с 2019-05-13 по 2021-04-13
10. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
11. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014
12. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор №194 от 22.03. 2018 года;

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел Информатика и информационные технологии» (<https://habr.com/>)
2. Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки- (<https://github.com/>)
3. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" (<http://www.n-t.ru>)
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел Информатика и информационные технологии (http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)
5. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM (<http://znanium.com/>)
6. Цифровая коллекция электронных версий изданий (учебники, учебные пособия, учебно-методические документы, монографии) по экономическим, естественным, техническим и гуманитарным наукам, сгруппированных по тематическим и целевым признакам.
7. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» издательства «КноРус медиа» (<https://www.book.ru/>)
8. Интернет-университет информационных технологий (www.intuit.ru)
9. Онлайн среда разработки приложений (ideone.com)
10. Журнал «КомпьютерПресс» (www.compress.ru)
11. Издательство «Открытые системы» (www.osp.ru)
12. Издание о высоких технологиях (www.cnews.ru)
13. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
14. Polpred.com Обзор СМИ (<http://polpred.com/>)
15. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
16. Электронная библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
17. Электронная библиотечная система Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>)
18. Электронная библиотечная система Юрайт (<http://www.biblio-online.ru>)

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

для слепых и слабовидящих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением зрения;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для преподавания и изучения дисциплины используется лекционная аудитория, обеспеченная мультимедиа проектором и сопутствующим оборудованием, интерактивной доской. Используются УМК дисциплины (на бумажном и электронном носителях), фонд научной библиотеки университета, методические и учебно-методические материалы кафедры информатики.

К рабочей программе прилагаются:

Приложение 1 – Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине (модулю);

Приложение 2 – Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
№ 10 от 12 мая 2020 г.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.10.01 Применение графических процессоров для создания высокопроизводительных алгоритмов на 2020-2021 учебный год вносятся следующие изменения:

1. В разделах 9.1 – «Основная литература» и 9.2 – «Дополнительная литература» актуализированы списки литературы.
2. В раздел 9.4 – «Программное обеспечение» добавлены:
 1. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational Renewal License (лицензия 2022-190513-020932-503-526), срок пользования с 2019-05-13 по 2021-04-13
 2. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор №194 от 22.03. 2018 года

Заведующий
кафедрой информатики



Осипов Г.С.

**Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня
сформированности компетенций обучающихся по дисциплине
«Применение графических процессоров для создания
высокопроизводительных алгоритмов»**

Примерные задания по различным темам:

1. Назовите четыре основные области применения компьютерной графики.
2. Каковы основные направления развития компьютерной графики? Какие задачи они решают?
3. Какую роль играет компьютерная геометрия и графика в современной жизни и деятельности людей?
4. Приведите наиболее яркие примеры использования средств компьютерной графики для решения задач из различных сфер человеческой деятельности.
5. Кем и когда была разработана первая интерактивная программа для рисования?
6. Назовите основных разработчиков методов закрашивания гладких поверхностей.
7. Кто является автором ряда алгоритмов построения растровых образов различных геометрических объектов?
8. Назовите авторов алгоритмов удаления невидимых линий.
9. Расположите в убывающем порядке чувствительность рецепторов глаза к цветам: красный, зеленый, синий.
10. Назовите физические характеристики светового потока.
11. Сколько градаций цветового тона возможно при восьмиразрядном кодировании, при 24-разрядном кодировании?
12. Что такое хроматический спектр?
13. Что такое ахроматический спектр?
14. Как осуществляется проекция трехмерного цветового пространства на плоскость?
15. Что такое дополнительный цвет?
16. Что такое аддитивная и субтрактивная цветовые модели? Чем отличаются их цветовые кубы?
17. Для каких объектов характерно аддитивное, субтрактивное цветовоспроизведение?
18. Что является основой цветовой модели HSV и HLS?
19. Являются ли цветовые модели HSV и HLS аддитивными или субтрактивными?
20. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HSV.
21. Постройте алгоритм преобразования модели RGB в HLS.
22. В чем состоит главное достоинство цветового пространства Luv?
23. В чем состоит главное достоинство цветового пространства Lab
24. В чем преимущества задания преобразований координат в компьютерной графике в матричной форме?
25. Назовите основные двумерные преобразования в компьютерной графике.
26. Построить матрицу растяжения с коэффициентом растяжения α вдоль оси абсцисс и δ вдоль оси ординат и с центром в точке A (a,b).
27. Построить матрицу вращения на угол φ вокруг прямой L, проходящей через точку A(a,b,c) и имеющей направляющий вектор (k,m,n).
28. Создание OpenGL окна.
29. Создание треугольника и квадрата, при помощи GL_TRIANGLES и GL_QUADS.
30. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая выводит на экран изображение, созданное из нескольких графических примитивов (точки, отрезки, ломанные, четырехугольника, треугольники, полигоны, квадраты, прямоугольники, круги, эллипсы, окружности, дуги и т.д.). в программе должны быть использованы операции геометрических преобразований: glTranslate, glRotate, glScale.
31. В работе необходимо анимировать примитивы (задать траектории движения, реализовать вращение).

32. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL для вывода графиков функции. Программа должна выполнить следующие действия:
 - вывести график заданной функции на заданном отрезке;
 - вывести график производной заданной функции;
 - отметить максимум и минимум функции на заданном отрезке;
 - раскрасить график функции: области, на которых график убывает – одним цветом, области, на которых график возрастает – другим цветом;
 - выделить цветом локальные минимумы и максимумы.
33. Необходимо реализовать наложение текстур на примитивы и сделать освещение сцены.
34. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая отображает трехмерную сцену из множества трехмерных текстурированных объектов. Объекты можно создать самому, можно использовать объекты, описанные в модулях glaux (auxSolidSphere, auxSolidBox, auxSolidCylinder, auxSolidIcosahedron, auxSolidTeapot и др.) или glu (gluSphere, gluDisk, gluCylinder).
35. Необходимо реализовать программу с использованием библиотеки OpenGL, которая рисует фрактал. Для рисования фрактала можно использовать алгоритм рекурсии или алгоритм L-систем.
36. Изучение свойств и архитектуры GPU.
37. Анализ и выбор средств программирования GPU.
38. Адаптация программных алгоритмов к GPU.
39. Производительность вычислений на GPU.
40. Перечислите виды и характеристики памяти, доступной из программы GPU.
41. Как указать требуемое размещение переменной в памяти GPU (регистровой, разделяемой, глобальной, памяти текстур, ...)?
42. Как в программе для CPU обеспечить синхронизацию с программой для GPU?
43. Перечислите виды и характеристики памяти GPU, доступной из программы основного процессора.
44. Какие ограничения наложены на функции, которые должны выполняться на GPU?
45. Реализация алгоритма поиска максимального элемента в массиве на GPU.
46. Задача транспонирования матрицы на CPU.
47. Установка и конфигурация CUDA на компьютер.
48. Компиляция программ на CUDA.
49. Что такое ядро в терминологии CUDA?
50. Как задается размерность и количество потоков ядра, выполняемого графическим процессором?
51. Перечислите виды и характеристики памяти, доступной из программы CPU при использовании архитектуры CUDA.
52. Перечислите встроенные векторные типы данных расширения языка C и объясните смысл их наименований.
53. Если к одному CPU подключено несколько видеокарт NVIDIA CUDA, то каким образом можно обеспечить их одновременную загрузку?
54. Что такое мультипроцессор в терминологии CUDA?
55. Какие ограничения наложены на функции, выполняемые в графическом процессоре?
56. Как определить версию и технические характеристики графического процессора NVIDIA?
57. Перечислите и охарактеризуйте группы библиотечных функций Run-time библиотеки CUDA?
58. Что такое сетка, блок, поток в терминологии CUDA?
59. Что такое тип данных dim3?
60. Какова максимальная размерность сетки в блоках?
61. Перечислите и охарактеризуйте функции компонентов программного обеспечения CUDA.
62. Какую модель параллелизма реализует архитектура CUDA?
63. Что делает препроцессор nvcc?
64. Можно ли получить указатель на функцию, выполняемую графическим процессором?

65. С помощью какого расширения синтаксиса запускается ядро CUDA?
66. Перечислите и охарактеризуйте дополнительные виды функций, существующие в расширении синтаксиса языка C для CUDA?
67. Какие имена полей используются во строенных векторных типах?
68. Построение таблицы значений функции с заданным шагом с использованием технологии CUDA.
69. Решение задачи транспонирования матрицы с использованием технологии CUDA.
70. Решение задачи умножение матрицы на транспонированную с использованием технологии CUDA.
71. Решение задачи поиска обратной матрицы с использованием технологии CUDA.
72. Решение задачи вычисления детерминанта с использованием технологии CUDA.
73. Решение систем линейных алгебраических уравнений на графических процессорах с использованием технологии CUDA.
74. Необходимо реализовать программы сложения векторов, умножения вектора на число.
75. Необходимо реализовать программу умножение матриц с использованием разделяемой памяти.
76. Необходимо реализовать программы умножения векторов, вектора на матрицу и умножения матриц с использованием библиотеки CUBLAS.
77. Необходимо реализовать программу решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
78. Написание программы для вычисления определенных интегралов по квадратурным формулам.
79. Решить задачи математической физики, используя различные методы:
 - 1) Посчитать по формуле, представляющей точное решение задачи в виде ряда.
 - 2) Применить разностный метод.
 - 3) Применить метод конечных элементов. В качестве конечных элементов использовать фундаментальные сплайны.
 - 4) Построить графики, показывающие поведение решения. Сравнить различные методы между собой.
 - а) Уравнение колебания струны.
 - б) Уравнение теплопроводности.
 - в) Уравнение Пуассона.
80. Примеры задач классификации.
81. Примеры задач восстановления регрессии.
82. Примеры задач кластерного анализа.
83. Примеры задач идентификации.
84. Примеры задач прогнозирования.
85. Примеры задач извлечения знаний.

Примерный вариант теста по различным темам:

1. Какие из приведенных ниже примитивов являются двумерными?
 1. окружность
 2. сфера
 3. цилиндр
 4. отрезок
2. Какая закрашка эффективнее Гуро или Фонга?
 1. Закраска Гуро
 2. Закраска Фонга
3. Для двумерного смещения точки дополненная матрица преобразований должна иметь размерность...
 1. 3x3
 2. 2x3

4. При каком условии перспективная проекция называется аксонометрической?
 1. если центр проецирования располагается в начале координат
 2. если центр проецирования располагается в бесконечности
 3. если центр проецирования отсутствует
5. В каком алгоритме вычерчивания прямых используется проверка величины ошибки?
 1. цифровой дифференциальный анализатор
 2. алгоритм вычерчивания отрезков
 3. алгоритм Брезенхема
6. Алгоритм Брезенхема для генерации окружности требует построения только части окружности. Какой?
 1. 1/2
 2. 1/8
 3. 1/4
7. Для какого метода верно следующее утверждение: "В методах ... пытаются определить в порядке сканирования строк, лежит ли точка внутри многоугольника или контура"?
 1. затравочного заполнения
 2. растровой развертки
8. В котором из методов используется механизм рекурсии?
 1. затравочного заполнения
 2. растровой развертки
9. В основу какого метода легло предположение, что соседние пикселы вероятно окрашены одинаково?
 1. заполнения многоугольников
 2. растровой развертки многоугольников
10. В котором из алгоритмов заполнения используется стек?
 1. простой алгоритм заполнения гранично-определенной области
 2. построчный алгоритм заполнения
11. Где применяются отсечения?
 1. в алгоритмах удаления невидимых линий
 2. при построении теней
 3. для увеличения разрешения раstra
 4. при формировании фактуры
12. Какие из алгоритмов дадут наилучший результат при приближении?
 1. работающие в объектном пространстве
 2. работающие в пространстве изображения
13. В каком алгоритме удаления скрытых поверхностей отсутствует сортировка?
 1. алгоритм плавающего горизонта
 2. Z-буфера
 3. алгоритм, использующий трассировку
14. Какой из методов более эффективен для сглаживания?
 1. метод Гуро
 2. метод Фонга
 3. метод одновременной закраски
 4. метод однотонной закраски
15. В машинной графике фактурой называется...
 1. интенсивность отраженного к наблюдателю света
 2. интенсивность отраженного к источнику света
 3. детализация строения поверхности

Ответы: 1-1; 2-1; 3-1; 4-2; 5-3; 6-2; 7-2; 8-1; 9-2; 10-2; 11-1,2,4; 12-1; 13-2; 14-2; 15-3

Примерные вопросы к зачету:

1. Растровая графика: основные понятия, геометрические и цветовые характеристики растра.
2. Векторная графика: основные понятия и объекты. Взаимодействие растровой и векторной графики, преимущества и недостатки различных видов графики.
3. К какому направлению работы с изображением относится передача изображения с устранением шумов и сжатием данных?
4. В каких единицах измеряют разрешение изображения оригинала?
5. Как называют наименьший элемент растровой графики?
6. Какой вид изображения масштабируется без потери качества?
7. Какая цветовая модель называется субтрактивной?
8. Какой базовый тип компьютерной графики определен как величина, каждое значение которой может быть выражено одним числом?
9. Аффинные преобразования на плоскости.
10. Трехмерное аффинное преобразование.
11. Аффинные преобразования объектов на плоскости.
12. Трехмерное аффинное преобразование объектов.
13. Связь преобразований объектов с преобразованиями координат.
14. Мировые и экранные координаты.
15. Основные типы проекций.
16. Что будет являться результатом сложения точки и вектора в аффинном пространстве?
17. Какая система координат содержит точку отсчета (начало координат) и линейно независимый базис, благодаря которым становится возможным цифровое описание геометрических свойств любого графического объекта в абсолютных единицах?
18. Какое двумерное аффинное преобразование невозможно записать в виде матрицы 2×2 и поэтому все четыре преобразования представляют в виде матриц 3×3 ?
19. Какое аффинное преобразование реализует матрица $[A] = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$?
20. Какой двумерный алгоритм отсечения использует операцию логического умножения?
21. На сколько областей разделено окно отсечения и прилегающие к нему плоскости согласно алгоритму двумерного отсечения Коэна-Сазерленда?
22. Сколько косвенных соседей имеет каждая точка на плоскости?
23. К какому виду текстуры относится текстура «шахматная доска»?
24. Какая из единиц измерения может быть отнесена к единице измерения линиатуры растра?
25. Какие виды проекций относятся к параллельным проекциям?
26. Какое преобразование реализует матрица $[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \cos \frac{\pi}{4} & \cos \frac{\pi}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$?
27. Какой вид отражения описывает эмпирическая модель Фонга?
28. Какому методу закрашивания характерен минимальный максимальный эффект полос Маха?
29. Какой вид трассировки лучей позволяет значительно сократить перебор световых лучей?
30. Чем отличается кривая Безье от кривой Эрмита?
31. С помощью каких функций можно сформировать порции поверхностей Безье?
32. Как называют наименьший элемент растровой графики?
33. С помощью каких функций можно сформировать порции поверхностей Безье?
34. Какая задача формулируется как поиск функции $p(u) = [x(u) \cdot y(u) \cdot z(u)]^T$, определенной на интервале $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$, которая является достаточно гладкой и проходит достаточно близко к опорным точкам?
35. Основные графические операции, которые выполняет OpenGL.
36. Характерные особенности и возможности OpenGL.

37. Функции библиотек OpenGL.
38. Какие двумерные примитивы реализованы в библиотеке OpenGL?
39. Какие типы матриц используют в OpenGL?
40. Какое правило задает команда glBegin(GL_TRIANGLE_FAN)?
41. Какая команда позволяет добавить источник света в сцену?
42. Какие виды проективных преобразований реализованы в OpenGL?
43. Базовые алгоритмы. Построения отрезка прямой линии.
44. Базовые алгоритмы. Рисование окружности.
45. Базовые алгоритмы. Отсечения линий.
46. Примеры изображения трехмерных объектов: куб.
47. Примеры изображения трехмерных объектов: сфера.
48. Примеры изображения трехмерных объектов: тор.
49. Алгоритмы отображения видимых и невидимых граней.
50. Закрашивание граней.
51. Наложение текстуры на поверхность трехмерного объекта.
52. Что такое машинное обучение и какие задачи оно решает?
53. Виды задач машинного обучения.

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учетом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачет по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
«Применение графических процессоров для создания
высокопроизводительных алгоритмов»**

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---|--|
| Лекция | <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.</p> |
| Лабораторное занятие | <p>Проработка рабочей программы. Особое внимание следует уделить целям и задачам дисциплины, ее структуре и содержанию. Работа с конспектом лекций, подготовка к ответам на контрольные вопросы. Совместная работа под руководством преподавателя, выполнение лабораторной работы, решение задач по алгоритму.</p> |
| Контрольная работа/индивидуальные задания | <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> |
| Самостоятельная работа студентов | <p>Самостоятельная работа студентов включает подготовку к практическим работам, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий). В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, методическими указаниями по соответствующему виду самостоятельной работы. При этом необходимо учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Необходимо строго следовать графика учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы. Готовясь, по всем непонятным моментам обращаться за методической помощью к преподавателю. Своевременное и качественное подготовка и выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.</p> |
| Промежуточная аттестация | <p>Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу</p> |

остаточных знаний, умений и навыков по ней. К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые систематически в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия, также выполнившие все виды контактной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, прошедшие все контрольных мероприятий и набравшие при этом количество рейтинговых баллов, превышающее установленное рабочей программой минимальное значение. Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, представленным в фонде оценочных средств по дисциплине, которые обучающимся должен предоставить преподаватель.