**Приложение**

**к Рабочей программе дисциплины**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**

**им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| **Институт информационных технологий, математики и механики** |

(факультет / институт / филиал)

#### Кафедра Математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий

#### (наименование кафедры)

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДЕНО  решением ученого совета ННГУ  протокол от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |
|  | |

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

#### ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

#### Современная компьютерная графика

(наименование дисциплины)

**02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

(код и наименование направления подготовки)

**Когнитивные системы**

(наименование профиля подготовки, направленности программы)

Нижний Новгород

2020

***Цель фонда оценочных средств.*** Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Современная компьютерная графика».* Перечень видов оценочных средств соответствует рабочей программе дисциплины.

***Фонд оценочных средств включает*** контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме задач (практических заданий) и собеседований, и промежуточной аттестации в форме вопросов к *зачету*.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции** | | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**\*  (код, содержание индикатора) | **Результаты обучения**  **по дисциплине\*\*** |
| ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-2.1: Знает компьютерные/ суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности | **Знает**  1. Теоретические основы, алгоритмы и постановки задач современной компьютерной графики (СКГ). Образовательные ресурсы, открытые библиотеки и системы СКГ. | *собеседование* |
| ОПК-2.2: Умеет применять компьютерные / суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности. | **Умеет**  применять базовые алгоритмы научной и стерео визуализации, глобального освещения.  **Владеет** навыками программирования задач СКГ на центральном и графическом процессоре для применения в разработке информационных систем. | *собеседование, проект* |

1. **Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности**
   1. **Вопросы для собеседования на зачете по компетенции ОПК-2.1**

|  |  |
| --- | --- |
| Вопрос | Код компетенции *(согласно РПД)* |
| 1. Компьютерная графика в системе современной науки и технологий.    1. Компьютерная графика в информационных системах. Классификация разделов компьютерной графики в широком смысле.    2. Соотношение курсов Компьютерная графика и Современная компьютерная графика.    3. Современные открытые библиотеки и системы: VTK, ITK, ParaView, CGAL, Open CASCADE, SALOME | ОПК-2.1 |
| 1. Научная и инженерная визуализация. Алгоритмы объемной визуализации.    1. Метод Raycasting и прямая визуализация объема (Direct Volume Randering). Достоинства лучевых методов. Процедура интерполяции и классификации при выборке из экспериментальных 3D данных, содержание и проблемы. Transfer Function.    2. Математическая модель трассировки луча: интеграл объемного рендеринга и процедура численного интегрирования вдоль луча в модели с постклассификацией.    3. Случайный сдвиг (jittering) стартовых позиций луча и метод количественной оценки качества визуализации. Рекомендованные частоты выборки | ОПК-2.1 |
| 1. Научная и инженерная визуализация. Алгоритмы объемной визуализации.    1. Предынтегрированная визуализация и виртуальные выборки.    2. Оптимизационные стратегии.    3. Способы накопления цвета вдоль луча | ОПК-2.1 |
| 1. Алгоритмы стерео-визуализации.    1. Содержание и математические модели создания стерео-изображений.    2. Технологии разделения изображений между правым и левым глазом.    3. Реализации цветового анаглифа. | ОПК-2.1 |
| 1. Архитектура современных графических процессоров (GPU) для графики и вычислений. Вычисления общего назначения на GPU.    1. Базовые архитектуры вершинного и фрагментного шейдеров    2. Сравнительная характеристика архитектуры G80 и современных графических процессоров Fermi и Kepler | ОПК-2.1 |
| 1. Архитектура современных графических процессоров (GPU) для графики и вычислений. Вычисления общего назначения на GPU.    1. Соотношение версий OpenGL, MS DirectX и поколений графических процессоров    2. Сравнительная характеристика графических конвейеров от DirectX9 до DirectX11: от вершинного и фрагментного шейдеров к геометрическому и Hull Shader, Tesselator и Domain Shader. | ОПК-2.1 |
| 1. Сегментация 3D данных.    1. Методы сегментации 2D и 3D данных: кластеризация однородных областей; разрастания регионов; К-средних; Слияние/разделение областей (region merging/splitting); метод Canny | ОПК-2.1 |
| 1. Реконструкция поверхностей.    1. Метод Marching Cubes. Структуризация и параметризация его результата. | ОПК-2.1 |
| 1. Сеточные методы моделирования поверхностей и тел    1. Edge Based и Face Based структуры хранения сеточных данных. Упрощение сеток. | ОПК-2.1 |
| 1. Сеточные методы моделирования поверхностей и тел    1. Сплайны и методы подразбиения кривых и поверхностей. | ОПК-2.1 |
| 1. Методы и алгоритмы моделирования глобального освещения.    1. Энергетический подход. Основы фотометрии.    2. Взаимодействие света с поверхностью. BRDF (ДФОС) и ее свойства.    3. Геометрия моделей затенения | ОПК-2.1 |
| 1. Методы и алгоритмы моделирования глобального освещения.    1. Уравнение визуализации. Площадная и полусферическая форма.    2. Стохастическая трассировка пути. Прямое и вторичное освещение. | ОПК-2.1 |
| 1. Методы и алгоритмы моделирования глобального освещения.    1. Метод фотонных карт.    2. Генерация случайного направления на сфере | ОПК-2.1 |
| 1. Трассировка лучей в реальном времени Оптимизация вычислений в визуализации глобального освещения 3D сцен    1. Трассировка лучей как основа расчета глобального освещения. Алгоритм пересечения луча с треугольником. Различия между трассировкой лучей и путей. История развития методов глобального освещения | ОПК-2.1 |
| 1. Трассировка лучей в реальном времени Оптимизация вычислений в визуализации глобального освещения 3D сцен    1. Ускоряющие структуры. Kd-деревья    2. Ускоряющие структуры. BVH-деревья | ОПК-2.1 |
| 1. Методы анимации сцен и персонажей    1. Основные принципы и методы анимации сцен и персонажей.    2. Скелетная анимация. | ОПК-2.1 |

* 1. **Типовые задания для текущего контроля формирования компетенции ОПК-2**

**2.2.1. Тестовые вопросы для оценки компетенции ОПК-2.1**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Тестовые вопросы по разделам дисциплины** |
| **1** | **Введение**   1. Тип – одиночный выбор.   Что означает термин Visual Computing?   * вычисления, обеспечивающие зрение роботов * высокопроизводительные вычисления в области компьютерной графики в широком смысле + * высокопроизводительная обработка видеосъемки * синтез изображений виртуальной реальности * вычисления, связанные с человеко-машинным интерфейсом  1. Тип – одиночный выбор.   Какая группа методов современной компьютерной графики обеспечивает наибольшую реалистичность визуализации   * Методы растеризации * Методы трассировки лучей * Методы излучательности (Radiosity) * Методы глобального освещения +  1. Тип – одиночный выбор.   Медицинская 3D визуализация это:   * 3D визуализация трехмерных скалярных полей + * 3D визуализация полей высот |
| **2** | Методы и алгоритмы глобального освещения  1. Для количественной оценки фотометрических величин во всем оптическом диапазоне служит … система единиц  1) волновая 2) спектральная 3) энергетическая +  2. Функция относительной спектральной чувствительности максимальна в … области спектра  1) красной 2) зелёной + 3) фиолетовой 4) ультрафиолетовой  3. Какая единица измерения используется для измерения мощности лучистого потока?  1) ватт + 2) кандела 3) люмен 4) люкс  4. Измерение какой фотометрической величины по направлениям дает информацию для решения основного уравнения освещенности?  1) светимость 2) яркость + 3) освещённость 4) сила света  5. Человеческий глаз непосредственно оценивает …  1) световой поток 2) освещённость 3) светимость 4) яркость +  6. Если BRDF описывает отражающие свойства НЕзависящие от поворота вокруг нормали в точке, то она называется …  1) позитивной 2) изотропной + 3) анизотропной 4) негативной  7. BRDF является … функцией  1) двухмерной 2) трёхмерной 3) четырехмерной+ 4) пятимерной  8. Значение BRDF при обращении падающего и отраженного направления …  1) уменьшается 2) не изменяется 3) увеличивается 4) может изменяться  9. Для интегрирования уравнения освещенности (измерения) применяется метод …  1) Ньютона  2) Симпсона  3) Монте-Карло  4) наименьших квадратов  10. Какой из перечисленных алгоритмов генерирует несмещенную оценку глобального освещения?  1) Прямая трассировка лучей  2) Обратная трассировка лучей  3) Трассировка путей +  4) Метод фотонных карт  11. Какой механизм ограничения длины путей позволяет достичь несмещённой оценки изображения?  1) фиксированная глубина трассировки  2) адаптивная глубина трассировки  3) метод «отжига» путей  4) метод «русской рулетки»+  12. Яркость излучения проходящего через оптическую систему при взаимодействии с ней …  1) не может измениться  2) может только уменьшиться+  3) может только увеличиться  4) может уменьшиться или увеличиться  13. При алгоритмизации глобального освещения могут приниматься допущения, о том что падающая световая энергия покидает поверхность …  1) мгновенно  2) в том же направлении  3) из той же точки+  4) не убывая  14. Значение BRDF в данной точке зависит от …  1) свойств материала+  2) направления падения луча  3) направления отражения луча  4) облучения по другим направлениям  5) свойств оптической среды в окрестности точки  15. При построении физически достоверных (несмещенных) моделей материалов для глобального освещения необходимо учитывать …  1) закон сохранения энергии+  2) закон сохранения импульса  3) принцип обратимости Гельмгольца  4) закон Амдала  5) закон Мура  16. Какое из уравнений используется для моделирования глобального освещения?  1) уравнение баланса  2) уравнение видимости  3) уравнение освещенности +  17. Основные формы уравнения освещенности (визуализации, измерения) включают   1. геометрическую 2. полусферическую (угловую)+ 3. кубическую 4. площадную+   18. Расположите номера упомянутых исследований в хронологическом порядке:  1) двунаправленная трассировка путей, предложенная Э. Лафорчуном и Э. Вичем 4  2) трассировка путей Дж. Кайя 3  3) распределённая трассировка лучей Р. Кука 2  4) трассировка лучей Т. Уиттеда 1 |
| **3** | ***Научная, инженерная и стерео- визуализация.***   1. Тип – ввод значения   Укажите значение четвертой координаты для трехмерного вектора с координатами (x,y,z) в однородных координатах.  *Правильный ответ:* 0   1. Тип – ввод значения   Укажите значение четвертой координаты для трехмерной точки с координатами (x,y,z) в однородных координатах.  *Правильный ответ:* 1   1. Тип – множественный выбор.   Укажите которые из названий анаглифов являются правильными и изучались в курсе Современная компьютерая графика:   * Color Anaglyphs + * Blue Anaglyphs * True Color Anaglyphs + * Gray Anaglyphs + * Red Anaglyphs * Optimized Anaglyphs + * Half Color Anaglyphs +  1. Тип – одиночный выбор.   Какому анаглифу соответствует следующее разложение:   * Gray Anaglyphs. * Color Anaglyphs. * Half Color Anaglyphs.+ * True Color Anaglyphs. * Blue Anaglyphs |
| **4** | Сегментация 3D данных. Реконструкция поверхностей. Сеточные методы моделирования поверхностей и тел   1. Тип – одиночный выбор.   Сколько вариантов разбиения ребер куба точками, принадлежащими границе искомой поверхности, исключая повороты и симметрии, рассматривается в методе Marching Cubes:   * 256 * 128 * 15 +  1. Тип – одиночный выбор.   Какие объекты являются базовыми объектами полигональной поверхности.   * Вершины. + * Ребра. * Треугольники. * Многоугольники.  1. Тип – одиночный выбор.   Какая из названных сеточных структур является Edge Based структурой и обеспечивает трудоемкость почти всех операций O(1)?   * Список вершин * Список граней * Список ребер * Таблица углов * Полуреберная + * Матрица смежности  1. Тип – одиночный выбор.   Какая из названных сеточных структур является Face Based структурой и обеспечивает трудоемкость почти всех операций O(1)?   * Список вершин * Список граней * Список ребер * Таблица углов + * Полуреберная * Матрица смежности |

**2.2.2. Темы проектов для формирования и текущей оценки компетенции ОПК-2.2**

|  |
| --- |
| **Раздел 1. Скалярные поля. Сегментация. Реконструкция. Задачи обработки массива данных томограммы (3D-массива вокселей)**  **Исходные данные:** 3D (2D) массив исследуемых величин short, integer или float. Заданы размеры воксельной сетки Nx, Ny, Nz и шаг h по x,y,z.  МРТ томограммы можно взять в zip-файле !!\_MRI-CANSER-bin.zip в материалах курса (<https://www.sites.google.com/site/turlapovveunn/advanced-computer-graphics-course>): 3 bin-файла и текстовое описание bin-формата. Во всех трех файлах в качестве исходных даны срезы в разных плоскостях: BRANIX-02 вид спереди - 99 слоев; CEREBRIX-01 вид сбоку - 175 слоев; CEREBRIX-02 вид сверху - 244 слоя. Выбор томограммы на Ваше усмотрение.  **Комментарий по реализации простой цветной трансфер-функции (TF):**  Для реализации простой цветной трансфер-функции (TF), соответствующей наблюдаемому диапазону (окну) плотностей [a,b], цвета Color(a), Color(b) устанавливаются через стандартный диалог выбора цвета. Число цветов 2 и более. Для каждого цвета задается непрозрачность Alpha(a), Alpha(b),..., в диапазоне [0,1], по умолчанию равная 1. Для получения цвета, находящегося между каждой парой (например, Red-Yellow) соседних цветов, используется линейная интерполяция.  **Проект 1.1:**  **Послойная 2D-визуализация регулярного 3D-массива вокселей**. C# или С++, Windows Forms. OpenGL. Послойная 2D-визуализация регулярного 3D-массива вокселей (Nz 2D слоев размером Nx x Ny short integer данных на сетке с шагом dx,dy,dz) компьютерной томограммы КТ (CT). Сетку значений плотности S каждого слоя (среза) на {x,y} рисовать через текстуры или Quad-ы OpenGL. Реализовать просмотр серым окном (значения Transfer Function: от 0-черный до 255-белый, непрозрачность по умолчанию: 0-в черном, 1-в белом). Ширина окна трансформации по S при этом может изменяться как 2k от 128 до 4096. Все что выше – белое (255), все что ниже – черное (0). Левая граница окна (S*left*) на диапазоне [-1000,3000] значений исходного массива данных и ширина окна dS изменяются слайдером. Прокрутка слоев – колесиком мыши. Отображение заданным цветом диапазона значений внутри круга, заданного протягиванием мыши от центра круга с зажатой левой клавишей (отобразить min, max и среднюю плотность в круге). Управление прозрачностью текущего слоя. Реализовать цветную TF (например, как в задаче 1.7)  **Проект 1.2:** **Послойная 2D-визуализация регулярного 3D-массива вокселей**. Язык - C# или С++, Windows Forms. OpenGL. Послойная 2D-визуализация регулярного 3D-массива вокселей (Nz 2D слоев размером Nx x Ny short integer данных на сетке с шагом dx,dy,dz). Сетку значений на {x,y} рисовать через через текстуры или Quad-ы OpenGL. Реализовать просмотр слоев в оттенках серого. (см. задачу 1). Прокрутка слоев – колесиком мыши. Выделение окружностью, сформированной щелчком и протягиванием мыши, и 2D визуализация заданным цветом сегментированного однородного диапазона плотностей (например, отдельной кости). 3D визуализация сегментированного объекта методом научной визуализации.  **Проект 1.3:** **Визуализация сферы (2 сфер), заданных сегментами из криволинейных PN-треугольников или обычных треугольников.** Язык - C# или С++, Windows Forms. OpenGL. Реализовать визуализацию сферы (2 сфер), заданных сегментами из криволинейных PN-треугольников или обычных треугольников. LOD [0,5], число сегментов по долготе {4,8} и широте {1,2,3} управляются прокрутками NumericUpDown. Может быть задан цвет каждой сферы. Сферы плавают в корнуэльской комнате соударяясь между собой и со стенками. В методе криволинейных PN-треугольников реализовать возможности изменения LOD.  **Проект 1.4:** **Ray Tracing**. Язык - C# или С++, Windows Forms. OpenGL. Реализовать визуализацию сфер (N сфер или поверхностей произвольной формы), заданных полигонально или сегментами из криволинейных PN-треугольников. LOD [0,5], число сегментов (или треугольников) по долготе {4,8} и широте {1,2,3} управляются прокрутками NumericUpDown. Может быть задан цвет каждой сферы. Сферы плавают в корнуэльской комнате соударяясь со стенками. Исследовать последствия изменения LOD в методе криволинейных PN-треугольников.  **Проект 1.5:** **Ray tracing. Ускоряющие структуры**. Язык - C# или С++, Windows Forms. Реализовать визуализацию сфер (N сфер), заданных по-октантно сегментами из треугольников (криволинейных-факультативно). LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0,5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Может быть задан цвет каждой сферы. Сферы размещены в корнуэльской комнате случайно, медленно плавают соударяясь. Реализовать подходящую ускоряющую структуру, сравнить производительность на сцене из 1-100 сфер.  **Проект 1.6:** **Реконструкция изоповерхности.** Язык - C# или С++, Windows Forms. OpenGL. Послойная 2D-визуализация регулярного 3D-массива вокселей МРТ томограммы (Nz 2D слоев размером Nx x Ny short integer данных на сетке с шагом dx,dy,dz). Сетку значений на {x,y} рисовать через текстуры или Quad-ы OpenGL. Реализовать просмотр слоев в оттенках серого. Прокрутка слоев – колесиком мыши. Выделение на текущем слое щелчком и протягиванием мыши круга и диапазона плотностей в нем. Методом трассировки лучей (Ray Casting) реконструировать изоповерхность соответствующую числу из выделенного диапазона. Результат построить во втором окне в заданном цвете и прозрачности (изменяемых в интерфейсе). Нормали в вершинах рассчитывать по направлению антиградиента. Освещенность - по Фонгу.  **Проект 1.7:** **3D-стерео визуализация неполигональной поверхности трассировкой**. Язык - C# или С++, Windows Forms, CPU-GPU(шейдеры). 3D-визуализация трассировкой (Ray Casting) неполигональной поверхности, заданной только диапазоном значений [*a,b*] на 3D массиве плотностей (томограмме) КТ. Простая Transfer Function для [*a,b*]: Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Освещенность по Фонгу (нормаль по антиградиенту). В интерфейсе слайдер для *a,*окно - для *b*, Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Вращение сцены мышью. 3D-стерео режим - цветной анаглиф.  **Проект 1.8:** **3D-стерео визуализация неполигональной поверхности трассировкой.** Язык - C# или С++, Windows Forms, CPU-GPU(шейдеры). 3D-визуализация трассировкой (Ray Casting) части томограммы, заданной только диапазоном значений [*a,b*] на 3D массиве плотностей (томограмме) МРТ (любой из трех в архиве !!\_MRI-CANSER-bin.zip). Простая Transfer Function для [*a,b*]: Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Освещенность по Фонгу (нормаль по антиградиенту). В интерфейсе слайдеры для *a,b*, Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Вращение сцены мышью. 3D-стерео режим - полуцветной анаглиф.  **Проект 1.9:** **3D-визуализация трассировкой с предынтегрированием**. Язык - C# или С++, Windows Forms, CPU-GPU(шейдеры). 3D-визуализация трассировкой (Ray Casting) с предынтегрированием части КТ-томограммы, заданной диапазоном значений [*a,b*] на 3D массиве плотностей (томограмме). Простая Transfer Function для [*a,b*]: Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Освещенность по Фонгу (нормаль по антиградиенту). В интерфейсе слайдеры для *a,b*, Color(*a*), Alpha(*a*), Color(*b*), Alpha(*b*). Вращение сцены мышью.  **Раздел 2. Методы глобального освещения. Ускоряющие структуры. Виртуальная реальность**    **Исходные данные:** Корнуэльская комната с 1 площадным источником света на потолке (форма и распределение интенсивности по площади – любые, с яркостью регулируемой слайдером), с полузеркальными боковыми стенами (коэффициент зеркальности – слайдером TrackBar). Внутри комнаты - матовый белый и зеркальный шары, и по вариантам: 1) стеклянный куб, стоящий на одной из вершин, или 2) стеклянный шар или 3) стеклянный тетраэдр. На полу процедурная текстура-клетка. Стеклянные объекты слева на переднем плане и приподняты над полом на величину радиуса. Матовый шар приближен к одной из цветных стен.  Реализовать на CPU, GPU: сравнить производительность. Для CPU опробовать реализовать методы распараллеливания.  **Проекты 2:**  2.1 - **Метод Ray tracing** со стеклянным кубом. Глубина трассировки управляемая [1÷4].  2.2 - **Метод Ray tracing** со стеклянной сферой. Глубина трассировки управляемая [1÷4].  2.3 - **Метод Ray tracing** со стеклянным тетраэдром. Глубина трассировки управляемая [1÷4].  2.4 - **Метод Light tracing**, свет White или RGB со стеклянным кубом  2.5 - **Метод Light tracing**, свет White или RGB со стеклянным шаром  2.6 - **Метод Light tracing**, свет White или RGB со стеклянным тетраэдром  2.7 - **Метод Path tracing**, свет White или RGB со стеклянным кубом  2.8 - **Метод Path tracing**, свет White или RGB со стеклянным шаром  2.9 - **Метод Path tracing**, свет White или RGB со стеклянным тетраэдром  2.10 - **Метод Light tracing** со стеклянным шаром, источник spot 90°– светит вверх на потолок с высоты люстры (управляемая величина).  2.11 - **Метод Light tracing** со стеклянным тетраэдром, источник spot 90°– светит на потолок с высоты люстры (управляемая величина).  2.12 - **Метод Ray tracing с управляемой [1-4] глубиной трассировки** (или, факультативно, Path tracing). Комната с матово-зеркальной (управление) сферой, заданной сегментами из криволинейных PN-треугольников. LOD [0,5], число сегментов по долготе {4,8} и широте {1,2,3}, - управляются прокрутками NumericUpDown.  2.13 - **Optimized Bidirectional Path tracing** со стеклянным кубом  2.14 - **Optimized Bidirectional Path tracing** со стеклянной сферой  2.15 - **Optimized Bidirectional Path tracing** со стеклянным тетраэдром  2.16 - **Metropolis Light Transport** со стеклянным кубом  2.17 - **Metropolis Light Transport** со стеклянной сферой  2.18 - **Metropolis Light Transport** со стеклянным тетраэдром  2.19 - **Optimized Bidirectional Path tracing со стеклянным кубом**. Источник - spot 90°– светит на потолок с высоты люстры (управляемая величина).  2.20 - **Optimized Bidirectional Path tracing со стеклянной сферой**. Источник - spot 90°– светит на потолок с высоты люстры (управляемая величина).  2.21 - **Optimized Bidirectional Path tracing со стеклянным тетраэдром**. Источник - spot 90°– светит на потолок с высоты люстры (управляемая величина).  2.22 **Ускоряющие структуры. Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки.** C# или С++, Windows Forms. CPU. Реализовать визуализацию N сфер (N<100 - управление), заданных по-октантно сегментами из треугольников (криволинейных-факультативно). LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0,5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Может быть задан цвет каждой сферы. Сферы размещены в корнуэльской комнате по кругу (или концентрическими кругами). Построить BVH-дерево, сравнить производительность на сцене из 1÷100 сфер.  2.23 **Ускоряющие структуры. Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки.** C# или С++, Windows Forms. Ускоряющие структуры. CPU. Реализовать визуализацию N сфер (1÷100 - управление), заданных по-октантно сегментами из треугольников (криволинейных - факультативно). LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0÷5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Может быть задан цвет каждой сферы. Сферы размещены в корнуэльской комнате в форме квадрата вдоль стен (или концентрическими квадратами). Построить окто-дерево (Octree), сравнить производительность с/без дерева на сцене из 1÷100 сфер.  2.24 **Ускоряющие структуры. Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки.** C# или С++, Windows Forms. Ускоряющие структуры. Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки. CPU. Реализовать визуализацию N=2m сфер (m=1÷4 - управление), заданных по-октантно сегментами из треугольников (криволинейных-факультативно). LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0÷5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Сферы: 1)зеркальные; 2)матовые со случайным цветом; 3)зеркальные только нечетные (RadioButton). Сферы размещены в корнуэльской комнате в виде регулярной решетки в нижней половине комнаты. Построить kd-дерево (тип на выбор, выбор обосновать), сравнить производительность визуализации с деревом/без дерева на сцене из 2m сфер.  2.25 **Ускоряющие структуры. Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки**. C# или С++, Windows Forms.. CPU. Реализовать визуализацию N=2m сфер (m=1÷4 - управление), заданных по-октантно сегментами из криволинейных треугольников. LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0÷5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Сферы: 1)зеркальные; 2)матовые со случайным цветом; 3)зеркальные только нечетные (RadioButton). Сферы размещены случайным образом в нижней половине корнуэльской комнаты. Построить kd-дерево по SAH-критерию, сравнить производительность визуализации с деревом/без дерева на сцене из 2m сфер.  2.26 **Ускоряющие структуры. GPU Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки.** C# или С++, Windows Forms. Реализовать визуализацию N=2m сфер (m=1÷4 - управление), заданных по-октантно сегментами из треугольников (криволинейных-факультативно). LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0÷5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Сферы: 1)зеркальные; 2)матовые со случайным цветом; 3)зеркальные только нечетные (RadioButton). Сферы размещены в корнуэльской комнате в виде регулярной решетки в нижней половине комнаты. Построить kd-дерево (тип на выбор, выбор обосновать), сравнить производительность визуализации с деревом/без дерева на сцене из 2m сфер.  2.27 **Ускоряющие структуры. GPU Ray tracing с управляемой [1÷4] глубиной трассировки.** C# или С++, Windows Forms. Реализовать визуализацию N=2m сфер (m=1÷4 - управление), заданных по-октантно сегментами из криволинейных треугольников. LOD сегмента подобно криволинейному PN-треугольнику [0÷5] и управляется прокрутками NumericUpDown. Сферы: 1)зеркальные; 2)матовые со случайным цветом; 3)зеркальные только нечетные (RadioButton). Сферы размещены случайным образом в нижней половине корнуэльской комнаты. Построить kd-дерево по SAH-критерию, сравнить производительность визуализации с деревом/без дерева на сцене из 2m сфер. |

**2.3 Задания (оценочные средства), выносимые на экзамен/зачет**

На зачет / экзамен для оценки сформированности ОПК-2 выносятся:

1) Оценка ОПК-2.1 - результаты собеседования по вопросам п.2.1 (или по билетам, ) с весовым коэффициентом 0.5;

2) Оценка ОПК-2.2 - результаты текущего контроля, с весовым коэффициентом 0.5

В случае зачета, оценке Зачтено соответствуют оценки Удовлетворительно и выше, полученные из балльной оценки.

Составители:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Е.Турлапов

(подпись)

«\_\_\_\_»