

Модуль 2 «Математические методы, модели и алгоритмы компьютерной геометрии».

Домашнее задание

к.ф.-м.н., доц. каф. ФН-11 Захаров Андрей Алексеевич,
ауд.: 930а(УЛК)
моб.: 8-910-461-70-04,
email: azaharov@bmstu.ru

22 ноября 2025 г.

Примечания к выполнению. Во всех заданиях обязательно использование библиотеки WebGL для вывода графики. Для формирования матриц геометрических преобразований и наблюдения использовать методы объекта `mat4` библиотеки `glMatrix`. Трёхмерные фигуры визуализировать либо в виде каркасной модели, либо тонированием с освещением, плоских заливок не использовать. В заданиях с геометрическими преобразованиями кроме конечного положения фигуры нужно обязательно визуализировать начальное и все промежуточные положения, а также точки или оси, относительно которых осуществляются преобразования.

По результатам выполнения домашнего задания необходимо написать отчёт и выслать его преподавателю. Отчёт обязательно должен содержать:

1. Формулировку задания.
2. Основные формулы, которые использовались для выполнения задания.
3. Картинки результатов работы программы с кратким комментарием, что на этих картинках изображено.
4. Часть кода программы, в которой выполняются основные построения.

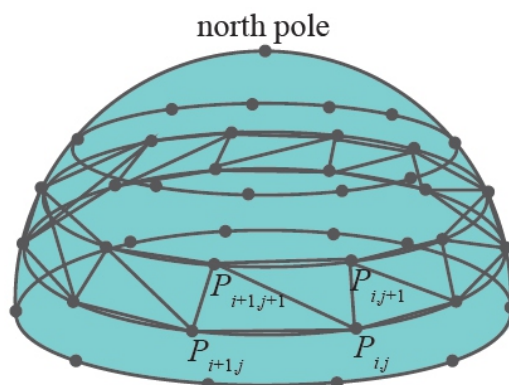


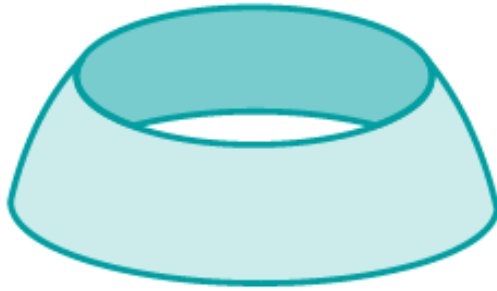
Рис. 1: Аппроксимация полусферы с помощью полос треугольников, идущих вдоль линий широты

Варианты заданий

Богомолов: Аппроксимируйте полусферу сеткой из $(p+1) \times (q+1)$ точек P_{ij} , $0 \leq i \leq p$, $0 \leq j \leq q$, где углы долготы P_{ij} равны $2\pi i/p$, а широты — $\pi j/(2q)$. На рис. 1: $p = 10$ и $q = 4$. Используйте примитив `gl.TRIANGLE_STRIP`, где каждая полоса берет свои вершины поочередно из пары соседних широт и, следовательно, аппроксимирует круговую полосу между ними (см. рис. 1). Набор всех q полос треугольников приблизительно аппроксимирует всю полусферу.

Еналдиева: Нарисуйте 30° сектор полусферы из варианта Богомолова (см. рис. 2-б). Добавьте боковые и нижнюю стороны.

Казаков: Найдите матрицу двумерного преобразования, которое выполняет сначала отражение относительно оси x , а затем отражение относительно линии, проходящей через начало координат и точку $(3, 4)$, не используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`. Продемонстрируйте её работу на примере треугольника с вершинами $A = (1, 0)$, $B = (0, 1)$ и $C = (-1, 0)$. Покажите, что данная совокупность преобразований эквивалентна преобразованию вращения, найдите его центр и угол поворота. Выполните построение всех найденных матриц используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.



(a) Нижняя часть полусферы



(b) Сектор полусферы

Рис. 2:

Калугин: Нарисуйте треугольник с вершинами $A = (-2, -3)$, $B = (4, 1)$ и $C = (2, 5)$. Выполните его отражение относительно линии $y = 0.8x + 2$ не используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`. Получите аналогичный результат с использованием методов формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.

Курносенков: Напишите программу визуализации однополостного гиперболоида, задаваемого формулой, приведённой на стр. 109 книги [1]. Визуализируйте каркасное и полигональное представление этой фигуры. Переключение между этими представлениями реализуйте с помощью интерфейса. Добавьте в пользовательский интерфейс возможность изменять значения координат начальной точки, полуосей гиперболоида и размеров аппроксимационной сетки.

Меркулов: Нарисуйте нижнюю часть полусферы из варианта Богомолова (см. рис. 2-а).



Рис. 3: Конический абажур

Мосин: Нарисуйте усечённый конус. Напишите программу визуализации усеченного конуса, показанного на рис. 3, с помощью примитивов `gl.TRIANGLE_STRIP` и `gl.TRIANGLE_FAN`. Параметры усеченного конуса (радиусы верхнего и нижнего оснований, высота), а также размер сетки может настраиваться пользователем.

Толкалина: Напишите функции:

```
function acc_translate(tmatrix, tx, ty, tz);  
function acc_rotate(tmatrix, rx, ry, rz, theta);  
function acc_scale(tmatrix, sx, sy, sz);
```

которые возвращают результат умножения матрицы `tmatrix` на матрицы соответствующих трёхмерных геометрических преобразований. Матрицы геометрических преобразований нужно формировать **не** используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.

Пусть задан тетраэдр $ABCD$, где $A = (0, 0, 0)$, $B = (1, 0, 0)$, $C = (0, 1, 0)$ и $D = (0, 0, 1)$. С помощью написанных функций поверните тетраэдр $ABCD$ на угол 45° вокруг его ребра BC , а затем масштабируйте его так, чтобы удвоился первоначальный размер и вершина B осталась на том же месте. Получите аналогичный результат с помощью методов формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.

Чеботарев: Напишите программу, которая создаёт руку робота, состоящую из плеча, предплечья и пальцев. Пример её описания приведен на стр. 138–141 и во второй части упражнения на стр. 141 книги [2].

Юзлибаева: Не используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`, сформируйте матрицы поворота вокруг осей, параллельных оси y декартовой системы координат. Примените полученные матрицы для вращения куба вокруг одного из его ребер, параллельных оси y и не лежащих на ней. Получите аналогичный результат, формируя матрицы геометрических преобразований с помощью методов объекта `mat4`.

Список литературы

- [1] Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование.— М.: ДМК Пресс, 2024. — 408 с. <https://clck.ru/3QRzmf>
- [2] Ву М., Девис Т., Нейдер Дж., Шрайнер Д. OpenGL. Руководство по программированию. СПб: Питер, 2006. 624 с.
http://www.cosmic-rays.ru/books61/M_Vu_OpenGL.pdf