

## Домашнее задание по модулю 2 «Математические методы, модели и алгоритмы компьютерной геометрии».

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

30 ноября 2020 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 отчет и загрузить его в гугл-класс. Отчет 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.

## Варианты заданий

**Ануфриенков:** Рассмотрим линию от начала декартовой системы координат до произвольной точки  $\mathbf{P} = (x, y, z)$ . Найдите матрицу преобразования, необходимую, чтобы совместить эту линию с положительным направлением оси  $z$ , путём поворота вокруг оси  $z$  до совмещения с плоскостью  $xz$ , а затем вращения вокруг оси  $y$  до совмещения с осью  $z$ . Визуализируйте изменение положения под действием этих матриц. Для каждого поворота требуется вычислять только синусы и косинусы углов поворота, функции вычисления  $\arccos$  и  $\arcsin$  не использовать!

**Асатрян:** Найдите кватернионы для поворотов на  $90^\circ$  вокруг осей  $x$  и  $y$ . Определите кватернион, представляющий их композицию. Не используя метод `quat.GetAxisAngle`, найдите угол и ось результирующего вращения. Сформируйте матрицы поворота для полученных кватернионов без использования метода `mat4.fromQuat`. С помощью найденных матриц выполните соответствующие повороты произвольной трёхмерной фигуры. Получите аналогичный результат с помощью метода `mat4.fromQuat`.

**Баранников:** Напишите программу для моделирования работы аналоговых часов с часовой, минутной и секундной стрелками, а также с наличием циферблата. Убедитесь, что часы идут верно.

**Белькова:** Рассмотрим линию от начала декартовой системы координат до произвольной точки  $\mathbf{P} = (x, y, z)$ . Найдите матрицу преобразования, необходимую, чтобы совместить эту линию с положительным направлением оси  $z$ , путём поворота вокруг оси  $y$  до совмещения с плоскостью  $yz$ , а затем вращения вокруг оси  $x$  до совмещения с осью  $z$ . Визуализируйте изменение положения под действием этих матриц. Для каждого поворота требуется вычислять только синусы и косинусы углов поворота, функции вычисления  $\arccos$  и  $\arcsin$  не использовать!

**Клименкова:** Вычислите результирующую матрицу для следующей последовательности 3D-преобразований:

1. Перемещение на вектор  $(3, 2, 4)$ ;
2. Поворот вокруг оси  $x$  на  $60^\circ$ ;
3. Масштабирование на вектор  $(1.5, -2, 2)$ ;
4. Поворот вокруг оси  $y$  на  $25^\circ$ .

Матрицы геометрических преобразований нужно формировать не используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`. Продемонстрируйте работу сформированной матрицы на примере тетраэдра  $ABCD$ , где  $A = (0, 0, 0)$ ,  $B = (1, 0, 0)$ ,  $C = (0, 1, 0)$  и  $D = (0, 0, 1)$ . Получите аналогичный результат с помощью методов формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.

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

**Ошуркова:** Напишите функцию формирования матрицы трёхмерного сдвига. Продемонстрируйте её работу для получения параллелепипеда из единичного куба.

**Пушкарев:** 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`.

**Рымкулов:** Напишите функцию формирования матрицы параллельной проекции для заданного вектора проецирования  $\mathbf{V}_p = (V_{px}, V_{py}, V_{pz})$ . Продемонстрируйте её работу, построив различные косоаксонометрические и кабинетные проекции куба.

**Савченко:** Рассмотрим линию от начала декартовой системы координат до произвольной точки  $\mathbf{P} = (x, y, z)$ . Найдите матрицу преобразования, необходимую, чтобы совместить эту линию с положительным направлением оси  $y$ , путём поворота вокруг оси  $z$  до совмещения с плоскостью  $yz$ , а затем вращения вокруг оси  $x$  до совмещения с осью  $y$ . Визуализируйте изменение положения под действием этих матриц. Для каждого поворота требуется вычислять только синусы и косинусы углов поворота, функции вычисления  $\arccos$  и  $\arcsin$  не использовать!

**Тихенькая:** Покажите, что следующие последовательности операций в трёхмерном пространстве коммутативны:

- поворот и равномерное масштабирование;
- два поворота вокруг одной и той же оси;
- два перемещения.

Напишите функции формирования матриц для данных операций не используя методы формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`. Продемонстрируйте их работу на примере тетраэдра  $ABCD$ , где  $A = (0, 0, 0)$ ,  $B = (1, 0, 0)$ ,  $C = (0, 1, 0)$  и  $D = (0, 0, 1)$ . Получите аналогичный результат с помощью методов формирования матриц геометрических преобразований объекта `mat4`.

**Фещенко:** 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`.

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