

## Задание для группы ЭН-34

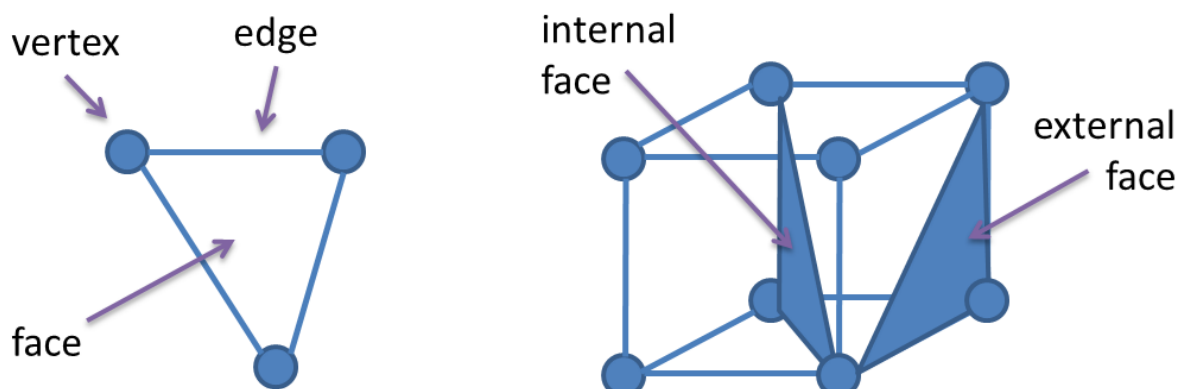
На этой лабораторной работе вы выступаете в роли разработчиков САПР для этапа технологического моделирования (TCAD). В качестве примеров для вас подготовлены существенно упрощённые файлы, описывающие сетку трёхмерного объекта. Основой для подготовленных для вас примеров являются файлы настоящего САПР технологического моделирования Synopsys TCAD в формате DF-ISE.

В формате DF-ISE данные сетки хранятся в файле с расширением .grd, который устроен следующим образом (с учётом сделанного для вас упрощения).

Все данные разделены на секции, названия секций соответствуют тому, что в этих секциях описывается. Всего в файле присутствует три вида секций.

1. **Vertices** – это массив координат вершин точек-узлов сетки.
2. **Edges** – массив рёбер сетки. Для каждого ребра хранятся индексы вершин из массива **Vertices**, которые в него входят.
3. **Faces** – массив поверхностей. Все поверхности – треугольники, в каждой строчке есть три числа, число показывает номер ребра из массива **Edges**, образующее треугольник. Если число отрицательное, это значит, что ребро переориентируется, то есть вместо того, чтобы быть нарисованным от 1 к 2 точке, ребро рисуется от 2 к 1 точке и его индекс берётся положительным и на единицу меньше.  
Например, в файле cube.grd в разделе Faces есть такая поверхность: «-14 2 7». Это значит, что первым берётся ребро 13, а его начальная и конечная точки меняются местами, остальные рёбра (2 и 7) рисуются так, как и должны.
4. **Locations** – массив, показывающий положение соответствующей поверхности из массива Faces: 'i' означает, что поверхность располагается внутри фигуры, а 'e' – что снаружи.

Пример взаимного отношения элементов и их расположение показано на рисунке ниже.



## ЗАДАНИЯ НА МИНИМАЛЬНЫЙ БАЛЛ (7 баллов)

### Что нужно сделать обязательно всем вариантам:

1. фигура должна рисоваться по центру экрана и вращаться относительно центра вокруг всех осей;
2. приближение/удаление – на клавиши «+»/«-»;
3. клавиша Esc – выход из программы.

### Обязательное условие!

Весь код для работы с сеткой устройства, точки которого читаются из файла, должен быть реализован в виде класса.

Класс должен иметь интерфейсные методы:

- метод для чтения данных из файла, возвращает bool, чтобы было понятно, удалось прочитать файл или нет;
- метод для рисования фигуры;
- метод для реализации индивидуального задания.

Пример того, как может выглядеть ваш код для работы с сеткой устройства, приведён ниже.

```
#pragma once

class Grid {
    std::vector<Vertex> vertices;
    std::vector<Edge> edges;
    std::vector<Face> faces;
public:
    bool Load(std::string fileName);
    void Draw();
    ...
};
```

В процессе выполнения данной лабораторной работы у вас есть возможность получить три плюса за следующие достижения:

1. написать программу, которая считывает данные из файла и выводит в консоль информацию о найденных максимальном и минимальном значениях по всем осям;
2. нарисовать при помощи библиотеки OpenGL фигуру;
3. дополнить код небольшим индивидуальным заданием.

Варианты на третий плюс

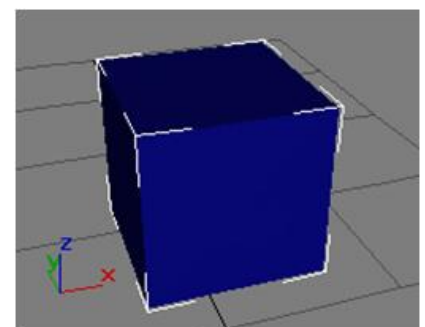
№	Задания
1 5 9 13 17 21 25	Фон окна – светло-серый. Фигура – красная. Сетка фигуры – чёрная. При нажатии на клавишу «М» должен меняться режим отрисовки фигуры: вместо массива <i>faces</i> отрисовка проводится по массиву <i>vertices</i> , точки рисуются точки размером 5.0. Сетка, если она включена, по-прежнему должна рисоваться. Рисование сетки включается/выключается отдельно клавишей «пробел».
2 6 10 14 18 22 26	Фон окна – тёмно-серый. Фигура – жёлтая. Сетка фигуры – синяя. При нажатии на клавишу «М» должен меняться перечень рисуемых элементов: рисоваться должны все / только внутренние поверхности. Клавишей «Ввод» можно включать/выключать отрисовку самой фигуры (рисуеться либо фигура вместе с сеткой, либо только сетка). При этом сетка рисуется для тех элементов, которые управляются клавишей «М».
3 7 11 15 19 23 27	Фон окна – чёрный. Фигура – синяя. В каждой точке фигуры – белая точка. При нажатии на клавишу «М» должен меняться режим отрисовки фигуры: вместо отрисовки по массиву <i>faces</i> отрисовка проводится по массиву <i>edges</i> , линии рисуются толщиной 4.0. Сетка по-прежнему должна рисоваться. Рисование точек включается/выключается клавишей «пробел».
4 8 12 16 20 24 28	Фон окна – белый. Фигура – чёрная. В каждой точке фигуры – жёлтая точка. При нажатии на клавишу «М» должен меняться перечень рисуемых поверхностей. Рисоваться должны все / только внешние поверхности. Клавишей «Ввод» можно включать/выключать отрисовку самой фигуры (рисуеться либо фигура вместе с точками, либо только точки). При этом точки рисуются для тех элементов, которые управляются клавишей «М».

**ЗАДАНИЯ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БАЛЛЫ (+3 балла максимум)**

Необходимо выполнить все задания на минимум. После этого необходимо выполнить дополнительные задания, приведённые ниже.

*Эти задания выполняются последовательно.*

- **Плюс балл.** В точках минимальных и максимальных координат рисуются ограничивающие направляющие фигуры (см. рисунок).
- **Плюс балл.** Нажатием на клавишу F10 включаются и выключаются оси X, Y, Z, которые рисуются разными цветами в левом нижнем углу окна (как показано на рисунке) и вращаются вместе с фигурой.



- **Плюс балл.** Имя файла, необходимость рисовать ограничивающие направляющие и оси задаются как аргументы командной строки, которые можно указывать в произвольном порядке.

## **ЗАДАНИЕ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ**

### **Задание повышенной сложности.**

Фигура должна вращаться с помощью мыши. Если зажата клавиша Ctrl и происходит движение в вертикальном направлении – фигура должна масштабироваться.

### Дополнительные сведения для выполнения лабораторной работы.

**Q:** Как поменять размер пикселя при отрисовке по точкам?

**A:** Для этого нужно воспользоваться функцией **glPointSize**, имеющей следующий формат:

```
void glPointSize(GLfloat size)
```

**Q:** Как поменять толщину линии?

**A:** Для этого нужно воспользоваться функцией **glLineWidth**, имеющей следующий формат:

```
void glLineWidth(GLfloat size)
```

**Q: Как ловить события мыши?**

**A:** Раздельно ловятся факты нажатия и перемещения мыши. Нажатие ловится функцией, связываемой с OpenGL посредством `glutMouseFunc`.

*Пример:*

```
void mouse(int button, int state, int x, int y) {
    if(button == GLUT_LEFT_BUTTON)
        printf("left button!");
    if(state == GLUT_UP)
        printf("button up!");
}

int main(int argc, char *argv[]) {
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_DEPTH | GLUT_DOUBLE | GLUT_RGBA);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitWindowSize(800,800);
    glutCreateWindow("3D");
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glutDisplayFunc(renderScene);

    glutMouseFunc(mouse);

    glutMainLoop();
    return 0;
}
```

Перемещение ловится с помощью функции, которая связывается с OpenGL с помощью `glutMotionFunc`. Эта функция вызывается только тогда, когда перемещение происходит с нажатой клавишей, поэтому факт нажатия можно не проверять.

*Пример:*

```
void motion(int x, int y) {
    printf("Yahoo! I've been moved!\n");
}

int main(int argc, char *argv[]) {
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode(GLUT_DEPTH | GLUT_DOUBLE | GLUT_RGBA);
    glutInitWindowPosition(100,100);
    glutInitWindowSize(800,800);
    glutCreateWindow("WaveViewer");
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glutDisplayFunc(renderScene);
}
```

```
    glutMotionFunc(motion);  
  
    glutMainLoop();  
    return 0;  
}
```

**Q:** Как читать функциональные клавиши?

**A:** Решение аналогично чтению обычных клавиш, только меняется тип первого аргумента.  
Привожу код ниже:

```
void read_special_kb(int key, int, int) {  
    if (key == GLUT_KEY_HOME)  
        ...  
}
```

Связывание обработчика нажатия функциональных клавиш в функции main:

```
glutSpecialFunc(read_special_kb);
```