**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

по курсу «Основы программирования на C++»

**Разработка конечно-элементного загрузчика сетки**

Разработать конечно-элементный загрузчик сеток.

1. Предусмотреть возможность работы с различными форматами файлов конечно-элементной (КЭ) сетки. Создать базовый класс MeshLoader. Объявить в нем чисто виртуальный метод loadMesh.
2. Создать производный от MeshLoader класс AneuMeshLoader, в котором переопределить метод loadMesh. Данный класс должен обеспечивать загрузку сетки из формата .aneu.
3. Предусмотреть возможность консольного запуска бинарного файла и передачи имени загружаемого файла в параметрах командной строки.
4. В отдельном h-файле создать следующие вспомогательные типы данных:

* Node – тип данных «узел». Хранит ID узла (>= 1), декартовы координаты узла и флаг, определяющий, является ли данный узел вершиной КЭ или его внутренним узлом.
* FiniteElement – тип данных «конечный элемент». Хранит ID КЭ (>= 1), ID типа материала, к которому принадлежит КЭ по данным файла сетки, список ID узлов КЭ.
* BoundaryFiniteElement – тип данных «граничный конечный элемент». Хранит ID элемента (>= 1), ID границы с данным типом граничного условия, список ID узлов поверхностно КЭ.

1. Предоставить следующие методы:

* методы, позволяющие получить STL-контейнеры узлов, конечных элементов и граничных элементов[[1]](#footnote-1);
* метод, позволяющий найти КЭ по ID трех его вершинных узлов, для чего использовать алгоритм find\_if и создать необходимый предикат. Предусмотреть возможность наличия нескольких КЭ с данными тремя узлами;
* метод, позволяющий найти КЭ по ребру, заданному с помощью ID двух узлов. Предусмотреть возможность наличия нескольких КЭ с данным ребром;
* метод, возвращающий контейнер граничных узлов по ID границы;
* метод, возвращающий контейнер КЭ с заданным ID области;
* метод, возвращающий контейнер граничных КЭ с заданным ID границы;
* метод, производящий вставку новых узлов в середины ребер существующих КЭ (включая граничные КЭ). Учесть, что обновляются как списки узлов каждого КЭ, так общий список узлов сетки;
* метод, создающий контейнер, n-ый элемент которого хранит контейнер всех «соседей» по ребрам для узла n;
* методы, реализующие отформатированный вывод Node, FiniteElement и BoundaryFiniteElement на консоль;
* при необходимости возможно определение других методов и типов данных.

*Основные требования:*

1. Предполагается, что количество узлов и элементов в сетке очень велико. В связи с этим сложность каждого приведенного метода не должна быть больше .
2. Загрузчик должен быть реализован на основе использования контейнеров, итераторов и алгоритмов STL. Использование циклов должно быть сведено к минимуму.
3. Ошибки и нештатные ситуации загрузки сетки обработать посредством генерации исключительных ситуаций (при необходимости разработать иерархию исключений). Примерами исключительных ситуаций может быть: не найден файл сетки, неверный формат файла сетки т.п.
4. Сетки в формате .neu могут быть сгенерированы в программе NetGen (<http://sourceforge.net/projects/netgen-mesher/>). В формат .aneu данный файл можно преобразовать, добавив в neu-файле в строку с количеством узлов размерность пространства, в строку с количеством КЭ – число узлов в одном КЭ, в строку с количеством граничных КЭ – число узлов в одном граничном КЭ.

*Для самостоятельного изучения:*

1. Перенаправление стандартных потоков ввода и вывода в файлы.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Формат файла .neu

<Количество узлов>

X1 X2 X3

…

X1 X2 X3

<Количество КЭ>

<ID материала> N1 N2 N3 N4

…

<ID материала> N1 N2 N3 N4

<Количество поверхностных КЭ>

<ID поверхности> N1 N2 N3

…

<ID поверхности > N1 N2 N3

Здесь и далее Xi – координата, Ni – ID узла (число от 1 до <Количество узлов>).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

Формат файла .aneu

Данный формат получается «вручную» из файла \*.neu изменением расширения на .aneu и внесением информации, выделенной красным цветом:

<Количество узлов> <Размерность пространства>

X1 X2 X3

…

X1 X2 X3

<Количество КЭ> <Количество узлов в одном КЭ>

<ID материала> N1 N2 N3 N4

…

<ID материала> N1 N2 N3 N4

<Количество поверхностных КЭ> <Количество узлов в одном поверхностном КЭ>

<ID поверхности> N1 N2 N3

…

<ID поверхности > N1 N2 N3

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

Генерация сетки в NetGen 5.3.

Для генерации сетки в NetGen:

1. создать файл .geo по приведенным в программе примерам;
2. открыть файл .geo в программе, выбрав File->Load Geometry;
3. при необходимости настроить сетку в Mesh->Meshing Options, вкладки General и Mesh Size;
4. Нажать кнопку Generate Mesh;
5. Выбрать File->Export Mesh. Сохранить с указанием формата \*.neu.
6. Вручную преобразовать neu-файл в aneu-файл.

Программу можно скачать по ссылке (выбрать версию 5.3!):

<https://sourceforge.net/projects/netgen-mesher/files/netgen-mesher/5.3/>

1. Элементами этих контейнеров должны быть объекты описанных выше структур. Тип самих контейнеров выбрать самостоятельно. [↑](#footnote-ref-1)