## Поиск в графах

Существует много алгоритмов на графах, в основе которых лежит систематический перебор вершин графа, такой, что каждая вершина графа просматривается только один раз, и переход от одной вершины к другой осуществляется по ребрам графа. Остановимся на двух стандартных методах такого перебора: поиск в глубину и поиск в ширину.

Рассмотрим метод  ***поиска в глубину*** в неориентированном графе *G*. Идея этого метода состоит в следующем. Начинаем поиск с некоторой фиксированной вершины *v*0, присвоим ей ПГ-номер: ПГ(*v*0)=1. Затем выбираем произвольную вершину *w*, смежную с *v*0, присваиваем ей ПГ-номер: ПГ(*w*)=2, и повторяем процесс уже от вершины *w*. Предположим, что в результате выполнения нескольких шагов этого процесса мы пришли в вершину *v* и пусть ПГ(*v*)=k. Далее действуем в зависимости от ситуации следующим образом:

1. если имеется новая, т.е. еще непросмотренная вершина *u*, смежная с *v*, то, присваивая ей ПГ-номер: ПГ(*u*)=k+1, продолжаем поиск, начиная с вершины *u*;
2. если же не существует ни одной новой, т.е. непросмотренной вершины *u*, смежной с *v*, то считаем, что вершина *v* просмотрена и возвращаемся в вершину, из которой мы попали в *v*, и продолжаем процесс поиска дальше.

**Пример.**

 7 1 8

 5 6 2 5

 9

 1 3 8

 3 6

 7 10

 2 9 10

 4 4

 а) б)

###### Рис. 4

Поиск в глубину завершается, когда все вершины графа просмотрены. Если в результате работы алгоритма произошел возврат в начальную вершину *v*0, но при этом не все вершины графа просмотрены, то необходимо выбрать произвольную вершину из непросмотренных и продолжить процесс поиска от этой вершины. В результате проведенного поиска пройденные ребра графа образуют вместе с пройденными вершинами одно или несколько деревьев. Если приписать пройденным ребрам ориентацию в соответствии с тем направлением, в каком они проходятся при выполнении поиска, то получится совокупность корневых деревьев, корнями которых служат начальные вершины.

Для графа, представленного на рис. 4 а), описанным методом были получены два корневых дерева, изображенных на рис 4б).

Рассмотрим идею ***поиска в ширину*** в неориентированном графе. Другое название этого метода – волновой.

Начинается поиск с произвольной вершины *v*. Ей приписывается номер 0. Вершину *v* считаем просмотренной и помещаем в очередь. Далее проходим все ребра {*v, w*}, инцидентные вершине *v* и ориентируем их из *v* в *w*. Всем вершинам *w* приписываем номер 1, считаем их просмотренными и помещаем в очередь. После этих действий вершина *v* удаляется из очереди.

Далее выбираем вершину *u*, которая находится в начале очереди. Пусть ей приписан номер *k*. Пройдем все ребра, соединяющие вершину *u* с еще непросмотренными вершинами *w*. Всем вершинам *w* присвоим номер *k*+1, будем считать их просмотренными и поместим в очередь в порядке их просмотра. После этого вершину *u* удаляем из очереди. Заканчивается поиск в ширину тогда, когда все вершины графа будут просмотрены.

**Пример**.

 7(2)

 5(1) 6(2)

 1(0) 3(1)

 2(1) 4(1)

Рис. 5

На рис 5 в скобках указаны номера вершин графа, которые были ими получены в результате поиска в ширину.

Рассмотренная методика поиска в глубину и в ширину переносится и на ориентированные графы.

Рассмотренные методы поиска в глубину и в ширину могут быть применены для нахождения путей (маршрутов) в орграфах (графах), для выделения компонент связности (компонент сильной связности) графа (орграфа), а также для решения других задач теории графов.

### Выделить компоненты сильной связности орграфа, используя алгоритм поиска в глубину (в орграфе поиск необходимо вести как в прямом, так и в обратном направлении).