

**УДК 004.021**

Семенов Д.Ю., студент гр. 0701, 3 курс;  
(ИЯТИШ ТПУ, г. Томск)

Научный руководитель: Семенова О.С., к.т.н., доцент кафедры АП  
(КузГТУ, Кемерово)

Semenov D.Y., student group 0701, 3 course;  
(TPU, Tomsk)

Scientific director: Semenova O.S., candidate of Engineering Sciences  
(KuzSTU, Kemerovo)

## **АЛГОРИТМ ПОИСКА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ МЕЖДУ НАСЕЛЕННЫМИ ПУНКТАМИ МЕТОДОМ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ**

### **Algorithm for finding communication routes between settlements using the topological sorting method**

**Аннотация:** В статье рассмотрено применение метода топологической сортировки бинарной матрицы в задаче поиска наличия путей сообщения между населенными пунктами.

**Ключевые слова:** обход в глубину; топологическая сортировка; дополнения отношения порядка до линейного отношения; диаграмма Хассе.

**Abstract:** The article describes the application of the method of topological sorting of a binary matrix in the problem of finding the availability of communication routes between settlements.

**Keywords:** deep crawl; topological sorting; additions of the order relation to the linear relation; Hasse diagram.

Решение логистических задач – важная составляющая развития хозяйственных отношений между населенными пунктами, областями, регионами, странами. Например, при составлении дорожных карт, формировании маршрута перевозки грузов и пассажиров часто возникает проблема поиска наличия путей сообщения между городами.

Определим граф  $G = G(V)$ , в котором вершинами  $V$  будут населенные пункты, а дугами  $e = (a, b)$ , где  $a, b \in V$ , – пути сообщения между ними. Полученный граф  $G$  будет состоять из дуг, направленных в обе стороны, так как дороги общего пользования в основном используются для двухстороннего движения.

Для удобства применения графа в дальнейшем, проведем его дополнительные преобразования: составим на основе полученного графа

бинарную матрицу отношения элементов графа друг к другу, обозначив единицей (1) признак наличия сообщения между городами, нулем (0) – признак отсутствия сообщения между городами. Уберем половину симметричных относительно главной диагонали единиц, находящихся в левом нижнем треугольнике, из матрицы. Составим на основе полученной матрицы новый граф.

При составлении большого графа можно заметить, что довольно сложно определить населенные пункты с наименьшим и наибольшим количеством дорог, а также определить порядок связи различных городов друг с другом. Чтобы решить эту проблему предлагается использовать сортировку графа. Существуют следующие методы, позволяющие реализовать это, например, алгоритм Демукрона, метод сортировки для представления графа в виде нескольких уровней, метод топологической сортировки с помощью обхода в глубину.

Рассмотрим решение данной задачи с использованием метода топологической сортировки как наиболее массового и простого в реализации. В данном алгоритме необходимо совершать обход в глубину (рисунок 1) по всем вершинам составленного графа, заходя в каждую вершину по порядку.

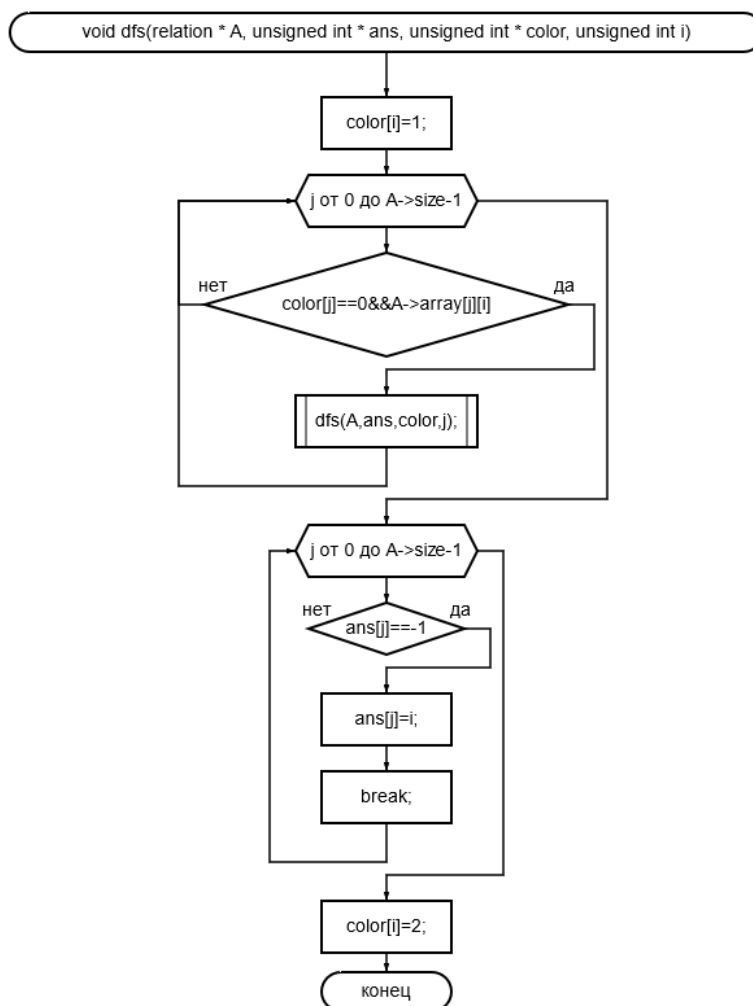
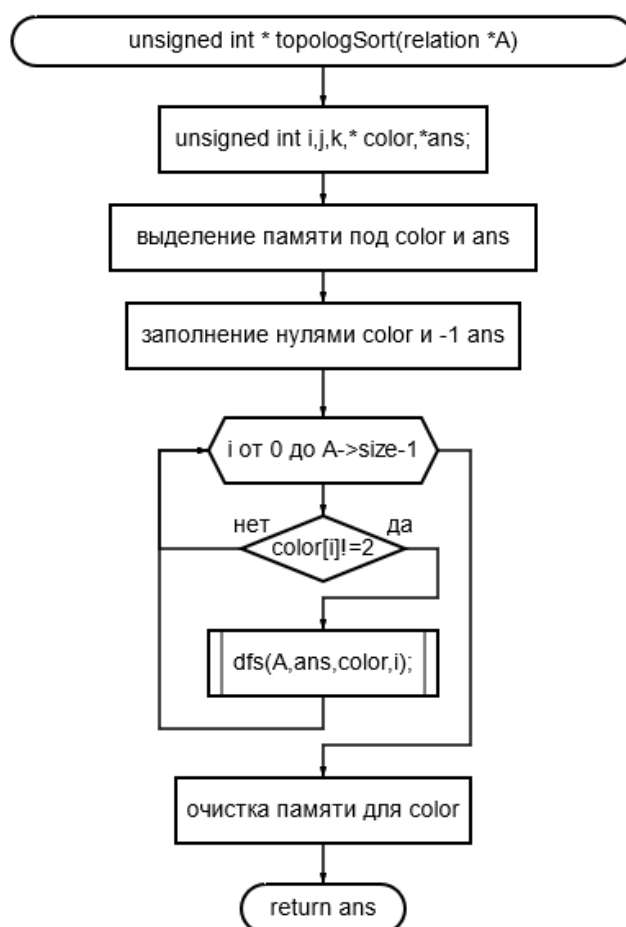


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма поиска в глубину

Если данная вершина не была посещена, то проходим по всем связанным с ней вершинам, для которых выполняем аналогичный алгоритм. Будем записывать очередность выхода алгоритма из вершин графа. При этом получится, что первая вершина, из которой мы выйдем будет наибольшей, последняя – наименьшей, все остальные будут также отсортированы. При наличии такого порядка вершин можно построить диаграмму Хассе, которая показывает предшественников и последователей. Следует заметить, что для изначального графа не получилось бы построить диаграмму Хассе, однако для измененного графа это становится возможным.

Построим на основе диаграммы Хассе новый граф и новую бинарную матрицу отношения линейного порядка. В результате сравнения их с полученными после редактирования графа получим, что новые единицы в бинарной матрице – это отсутствующие между населенными пунктами пути сообщения (дороги общего пользования), на графе же появится вместо этого дополнительные связи.

Для нахождения путей сообщения между населенными пунктами воспользуемся обходом в глубину для отредактированного графа (рисунок 2).



## Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма топологической сортировки

Будем продолжать обход в глубину, начиная с начального населенного пункта до тех пор, пока не достигнем конечного населенного пункта. Затем будем подниматься вверх до начального населенного пункта, записывая путь в массив. Этот массив будет состоять из населенных пунктов, по дорогам между которыми необходимо проехать из начального пункта до конечного, притом количество проезжаемых населенных пунктов будет наименьшим из возможных.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о том, что с помощью метода обхода графа в глубину можно составить дорожный маршрут с наименьшим количеством проезжаемых городов, что может быть актуально для большегрузных транспортных средств, в случаях, когда в проезжаемых городах отсутствуют объездные дороги или когда наблюдается большая загруженность трасс. Также с помощью метода топологической сортировки можно обнаружить населенные пункты, к которым затруднен доступ из-за отсутствия качественного пути сообщения (дорога с асфальтобетонным покрытием), что может быть важно при доставке в данные населенные пункты чувствительных к тряске грузов.

## Список литературы

1. Электронный ресурс:  
[http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Использование\\_обхода\\_в\\_глубину\\_для\\_топологической\\_сортировки](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Использование_обхода_в_глубину_для_топологической_сортировки)
2. Хаггарт Р. Дискретная математика для программистов [Пер. с англ.]/ Р. Хаггарт. – Москва: «Техносфера», 2003. – 320 с.