

Материалы XXVI Международной научной конференции  
«ОБЩЕСТВО: НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ  
ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ (идеи, ресурсы, решения)»  
(г. Москва, Россия, 25 марта 2024 г.)

## МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

### АНАЛИЗ КОММУНИКАЦИОННЫХ КАНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ГРАФОВ

ДЕРЕВЯНЧУК Екатерина Дмитриевна  
кандидат физико-математических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
г. Пенза, Россия

*Данная работа посвящена задаче анализа коммуникационных каналов с помощью теории графов. Для решения данной задачи применяется аппарат теории графов, а именно алгоритм Мальгранжа. Анализ полученного решения позволяет наглядно увидеть взаимодействие большого числа подразделений предприятия.*

**Ключевые слова:** алгоритм Мальгранжа, анализ каналов связи, теория графов, коммуникационные каналы.

**В**заимодействие любых отделов предприятия или организации происходит с использованием различных каналов связи.

Под **каналами связи** можно понимать как телефонное сообщение, так и различные поручения, которые передаются по электронной почте, либо лично от сотрудника одного подразделения другому подразделению, либо от сотрудника одного подразделения сотруднику из другого подразделения. Как правило, насколько одни подразделения коммуникационно связаны с другими на практике сложно определить. Поэтому для улучшения работы всего предприятия остается актуальной задача анализа коммуникационных каналов.

В данной работе для решения поставленной задачи применяются методы теории графов [2].

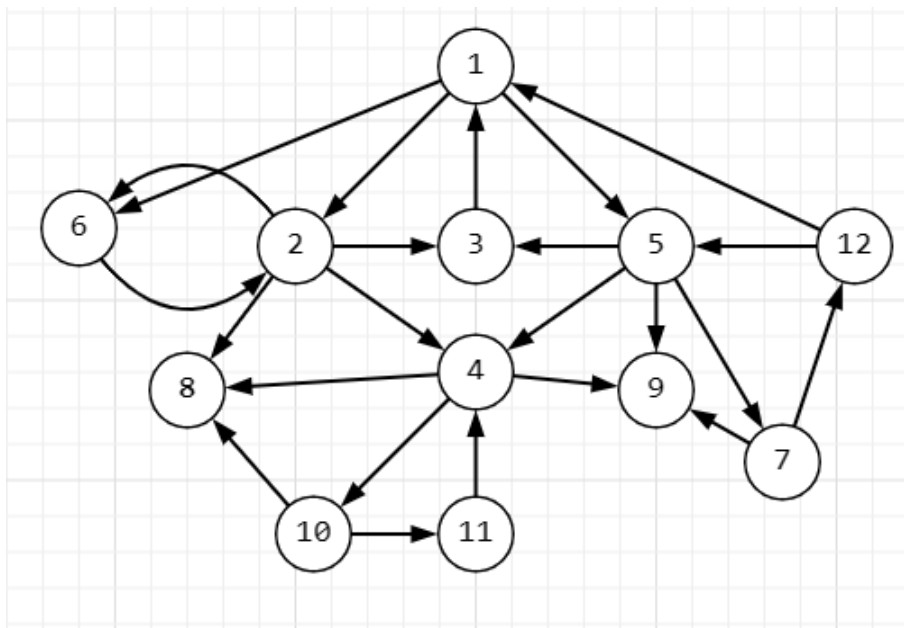
Под **графом**  $G(X, A)$  понимается пара множеств, первое из которых множество  $X$  представляет собой множество вершин, второе множество  $A$  – множество ребер, соединяющих две вершины [1].

В качестве вершин графа в данной задаче

будем рассматривать подразделения предприятия, а в качестве дуг взаимодействие между подразделениями. Направление дуги указывает на существование связи от одной вершины к другой.

Рассмотрим граф  $G_1$  (рисунок 1). Данный граф состоит из 12 вершин, каждая из которых взаимодействует с некоторыми другими вершинами данного графа. Интерпретация графа в терминах предприятия будет следующей: на предприятии 12 подразделений, между которыми существуют различные каналы связи: либо односторонняя связь (когда один отдел взаимодействует с другим, а другой нет), либо двусторонняя связь (когда оба отдела взаимодействуют друг с другом). Так, например, прямой односторонней связью обладают вершины 1 и 5, 5 и 12 и другие, а прямой двусторонней связью обладает лишь вершины 2 и 6.

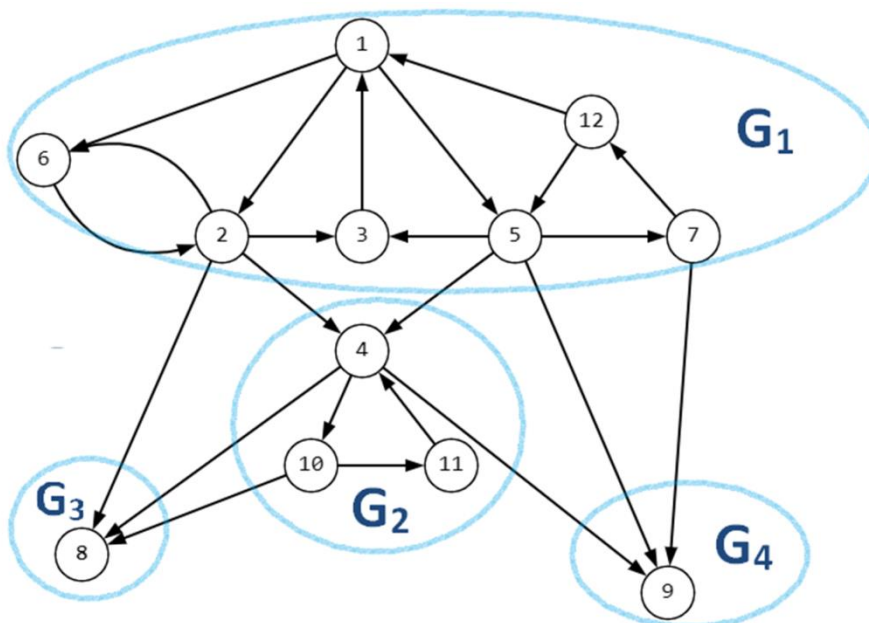
Под прямой связью понимается связь без посредника, в графе это путь из одной вершины в другую без промежуточных вершин (напрямую).

Рисунок 1. Исходный граф  $G_1$ 

**Постановка задачи:** требуется проанализировать взаимодействие различных подразделений предприятия.

**Математическая постановка задачи:** найти сильно связанные<sup>1</sup> подграфы графа  $G_1$  и провести анализ.

**Решение.** Составим граф взаимодействия между отделами организации (рисунок 1). Применив алгоритм Мальгранжа, получим разбиение графа  $G_1$  на подграфы (рисунок 2), которое показывает какие отделы сильно связаны друг с другом, а какие нет.

Рисунок 2. Разбиение исходного графа  $G_1$  на сильно связанные подграфы

<sup>1</sup>Ориентированный граф называется сильно связным или сильным, если для двух любых различных его вершин  $x_i$  и  $x_j$  существует, по крайней мере, один путь, соединяющий эти вершины [1].

Для предложенного графа  $G_1$  все отделы организации условно можно разделить на четыре сильно связанные структуры:

- $G_1$ , в которую входят отделы 1, 2, 3, 5, 6, 7, 12;
- $G_2$ , в которую входят отделы 4, 10, 11;

- $G_3$ , состоящая из 8 отдела и
- $G_4$ , состоящая из 9-го отдела.

Рассмотрим **конденсацию**, которая представляет собой граф, составленный из графа решения, где в качестве вершин выступают сильно связанные подграфы (рисунок 3).

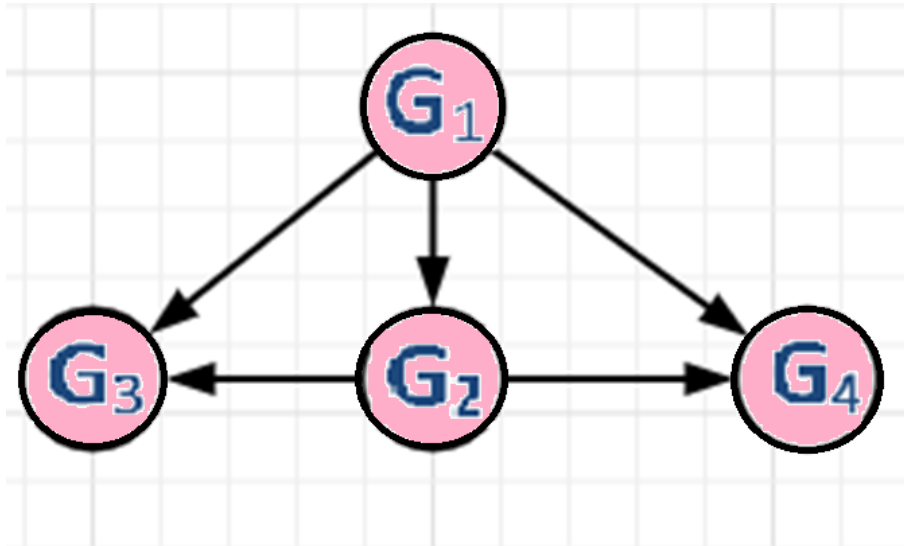


Рисунок 3. Конденсация

Конденсация (рисунок 3) позволяет увидеть связи между сильными компонентами исходного графа. Так 1-3, 5-7 и 12 отделы сильно связаны и образуют вершину  $G_1$  в графе конденсации; 4, 10 и 11 отделы между собой сильно связаны и образуют вершину  $G_2$  в графе конденсации; 8 и 9 отделы образуют вершины  $G_3$  и  $G_4$  в графе конденсации, соответственно.

Таким образом, по графу конденсации можно говорить о взаимодействии не только самих отделов, но условно объединять отделы в отдельные сильно связанные структуры и оценивать уже взаимодействие не отделов,

а структур. Конденсация позволяет в целом иметь представление о коммуникационном взаимодействии всей организации.

Так из рисунка 3 видно, что отделы, входящие в структуру  $G_1$  имеют прямую связь со всеми остальными структурами, но не имеют обратной связи (о чем говорит направление дуг, все три дуги исходят из  $G_1$ , и нет ни одной входящей дуги).

Анализ полученного решения позволяет наглядно увидеть взаимодействие большого числа подразделений предприятия и предложить соответствующие рекомендации для улучшения их связей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волченская Т.В. Теория графов: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1998. – 63 с.
2. Калугин Н.А., Калугин А.Н. Элементы теории графов: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 48с.

## ANALYSIS OF COMMUNICATION CHANNELS USING GRAPH THEORY

**DEREVYANCHUK Ekaterina Dmitrievna**

Candidate of Science in Physics and Mathematics, Associate Professor  
Penza State University  
Penza, Russia

*This work is devoted to the problem of analyzing communication channels using graph theory. To solve this problem, the apparatus of graph theory is used, namely the Malgrange algorithm. The analysis of the received solution allows to visually see the interaction of a large number of departments of the enterprise.*

**Keywords:** Malgrange algorithm, analysis of communication channels, graph theory, communication channels.

## ВЛИЯНИЕ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДА И КАРТЫ ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА

**ДЕРЕВЯНЧУК Екатерина Дмитриевна**

кандидат физико-математических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
г. Пенза, Россия

*В данной работе проведено исследование о влиянии планировки города и существующей дорожной сети в городе на выбор оптимального маршрута из одной точки города в другую. Исследование проводилось без учета пробок на дороге. В качестве численного метода предложена модификация алгоритма Дейкстры. Предложенный алгоритм позволяет найти наиболее оптимальный путь из одной точки в другую с учетом планировки города и карты дорожной сети. В статье предложено определение и название графа вида «павлин».*

**Ключевые слова:** модификация алгоритма Дейкстры, весовая матрица, теория графов, планировка города, улично-дорожная сеть, кратчайший путь.

**В** данной работе предложен подход по модификации алгоритма Дейкстры для решения задачи поиска кратчайшего пути между одной точкой города и другой с учетом вида планировки города.

Введем основные определения, связанные с дорожными сетями и теорией графов [1].

**Улично-дорожная сеть** (далее по тексту – УДС) – это комплекс объектов, включающий в себя улицы и дороги различных категорий, площади, мосты, туннели, эстакады, подземные переходы и другую логистическую инфраструктуру города.

С точки зрения геометрического начертания УДС можно свести к нескольким типам, которые охватывают все многообразие городских планировочных структур. Одной из

таких является свободная планировка. Свободная планировка характерна для старых средневековых городов с неупорядоченной УДС. В таких городах часто встречается запутанная сеть узких улиц, неожиданно выходящих на случайные площади, никак не связанные друг с другом.

При свободной планировке сами улицы являются серьезным препятствием для организации движения городского транспорта и грузопотока. С целью приближения УДС к современным транспортным требованиям в таких городах приходится осуществлять значительные по объемам капиталовложений работы по реконструкции. Сейчас свободная планировка может применяться при проектировании поселков и курортных городов, в