

## ЭКОНОМИКА

УДК 519.1:004.9 (045)

ББК 65.050.2:65.321

В61, К56, П30

Львовский национальный университет им. И. Франка, Винницкий национальный аграрный универси

**Вовк В.М., Коваленко Е.А., Петровская А.В.**e-mail: [ok@vsau.vin.ua](mailto:ok@vsau.vin.ua)

### ТЕОРИЯ ГРАФОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Авторы выполнили анализ возможностей прикладного применения теории графов в проектировании информационного пространства организации. В работе предложено применение графов для построения дерева целей и матриц соответствия общей стратегии развития организации и ИТ-стратегии, формирования диаграмм Исикавы и реализации проектов, орграфов бизнес-процессов и траекторий поведения пользователей информационного пространства. Представлены примеры использования теории графов для построения информационного пространства различных организаций.

**Vovk V., Kovalenko O., Petrovskaya A.**e-mail: [ok@vsau.vin.ua](mailto:ok@vsau.vin.ua)

### GRAPH THEORY IN THE DESIGN OF THE INFORMATION SPACE OF THE ORGANIZATION

The authors analyzed the possibility of applications of graph theory in the design of the information space of the organization. This paper provides the use of graphs for constructing of objectives tree and compliance matrix of overall development strategy of the organization and IT strategy, the formation of Ishikawa diagrams and projects digraphs of business processes and user behavior in information space. The paper presents examples of the use of graph theory to construct the information space of the various organizations.

**Ключевые слова:** информация, информационное пространство, теория графов, граф – дерево целей, матрица соответствия, орграф, бизнес-процес, траектория поведения пользователя

**Keywords:** information, the information space, graph theory, graph - objectives tree, matrix conformity, digraph, business processes, the trajectory of the user's behavior

Теория графов получила свое развитие от старой привычки, «что толкает нас рисовать на бумаге точки. Изображающие людей, населенные пункты...» [1, с.5], объекты, маршруты следования, поведения и информационного обмена.

В последние годы теория графов получила статус весьма актуальной области науки. С ее помощью представляется возможным решение большого количества задач из области экономики, техники и множества других сфер человеческой деятельности.

Теория графов является одной из составляющих математического аппарата кибернетики (особенно теории автоматов, исследование операций, теории кодирования, теории игр), основным структурным кирпичиком, из которых строится современная теория алгоритмов. Широко используется теория графов при решении различных задач оптимизации. Практически с помощью теории графов как метод и инструмент исследования достаточно часто применяется информация или знания.

Граф является математической моделью самых разнообразных объектов, явлений и процессов, исследуемых и используемых в науке, технике и на практике. Например, в виде графа могут быть изображены информационные и компьютерные сети; стратегические карты развития организации; маршруты выполнения проектов, процессов; дерево решения проблем.

Для моделирования информационной среды также удобно использовать графы. В основе такой модели лежит идея о том, что информационное пространство можно представить виде совокупности структурных элементов (вершин) и связей между ними (ребер). Графы информационной системы могут быть представлены на всех этапах ее проектирования – от графовой модели стратегии и ИТ-инфраструктуры до детализации каждого бизнес-процесса и маршрута пользователей.

Не смотря на то, что теория графов как метод и инструмент исследования достаточно часто применяется при проектировании информационных систем [1– 7], вопросы моделирования информационного пространства, его визуализации и оптимизации при помощи данной теории остаются актуальными и до конца нерешенными.

Цель статьи – разработать комплекс инструментов для формирования графовых моделей при проектировании и внедрении информационного пространства организации.

Для определения и моделирования информационного пространства целесообразно использовать понятия системы, как множества элементов, образующих структуру и обеспечивающих определенное поведение в условиях окружающей среды:

$$S = (e, ST, BE, E),$$

где  $e$  – элементы,  $ST$  – структура,  $BE$  – поведение,  $E$  – среда.

А также определение информационного пространства, как множества моделей  $F$ , связей  $SC$ , пересчета  $R$ , самообучения  $FL$ , самоорганизации  $FQ$ , проводимости связей  $CO$  и возбуждения моделей  $JN$ :

$$S = (F, SC, R, FL, FO, CO, JN).$$

Для организаций удобно учитывать следующее:

$$S = (PL, RO, RJ, EX, PR, DT, SV, RD, EF),$$

где  $PL$  – цели и планы,  $RO$  – внешние ресурсы,  $RJ$  – внутренние ресурсы,  $EX$  – исполнители,  $PR$  – процесс,  $DT$  – помехи,  $SV$  – контроль,  $RD$  – управление,  $EF$  – эффект.

На уровне процессов обмена информацией используют определение системы, которым обычно оперируют в теории автоматического управления:

$$S = (T, X, Y, Z, V, V_2, F, f),$$

где  $T$  – время,  $X$  – входы,  $Y$  – выходы,  $Z$  – состояния,  $V$  – класс операторов на выходе,  $V_2$  – значения операторов на выходе,  $F$  – функциональная связь в уравнении  $(t_2) = F(x(t_1), z(t_1), t_2)$ ,  $f$  – функциональная связь в уравнении  $z(t_2) = f(x(t_1), z(t_1), t_2)$ .

Приведенные определения [2, с. 4] позволяют сделать вывод о том, что для формирования моделей информационного пространства целесообразно использовать теорию множеств и графов. Примеры формирования графов для оптимизации информационного обмена между подразделениями предприятия [3] и формирования эффективной корпоративной сети [4] позволяют сделать вывод о прикладном характере теории графов для развития информационных технологий.

Совокупность графов и матриц даст возможность визуализировать информационное пространство, представить его в соответствии с ИТ-инфраструктурой и стратегией (дерево целей), детализировать при помощи графов бизнес-процессов и сформировать оптимальные оргграфы маршрутов обмена информацией.

По мнению создателя технологии World Wide Web Т. Бернерса Ли, следующим этапом в развитии Всемирной паутины может стать GGG «Гигантский глобальный граф» [5]. Бернерс Ли полагает, что такой граф, в отличие от сети, объединяющей компьютеры, и паутины WWW, связывающей документы, соединит между собой людей и, основываясь на семантических технологиях, предоставит пользователям сервисы более высокого класса, нежели существующие.

При формировании информационного пространства организации целесообразно использовать такую последовательность построения графов информационной среды.

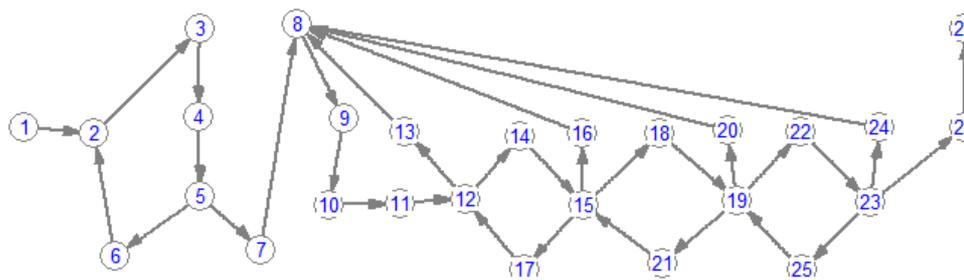
1. Разработка общей стратегии развития организации и ее визуализация в виде дерева целей.
2. Разработка ИТ-стратегии развития организации и ее ИТ-граф.
3. Матрица соответствия целей общей и ИТ стратегий.
4. Формирование и оптимизация последовательности реализации ИТ-проектов.
5. Формирование и анализ графа-диаграммы Исикавы.
6. Формирование и оптимизация графов бизнес-процессов для каждой процедуры ИТ-проекта.
7. Формирование и оптимизация оргграфов информационного обмена между подразделениями организации.
8. Формирование и оптимизация графов навигации интерфейсов и веб-сайтов информационного пространства.
9. Формирование и оптимизация оргграфов маршрутов поведения пользователей в информационном пространстве.

Предложенная методика была использована авторами для оптимизации информационного пространства системы управления вузом ВНАУ «Сократ», а также для отдельных проектов информатизации банка «КредоБанк». Модель системы «КредоДайрект» в виде графа была построена с помощью программного продукта «Графоанализатор» и приведена на рис. 1.

Анализ модели позволил обнаружить операции, которые нужно неоднократно выполнять клиенту на пути к цели. Такие процедуры, в свою очередь создавали дублирующие связи и циклы в модели. Это – подтверждение введенных данных (переход к следующей вершине графа), изменение введенных данных (возврат к предыдущей вершине) отмена (возврат к началу выполнения действий).

Нужно отметить, что полученная модель 2 системы является слишком сложной и нуждается в упрощении. Поэтому найдем вершины и связи, которые можно исключить из модели. Дублирующие операции после вершины 5 исключить невозможно, ведь они необходимы при авторизации. Сведем к минимуму операции, образующие циклы между вершинами 10, 11 и 12, создав между ними непосредственные связи. Данная модель (3) системы является более простой по сравнению с предыдущей, но при этом не теряет своей функциональности.

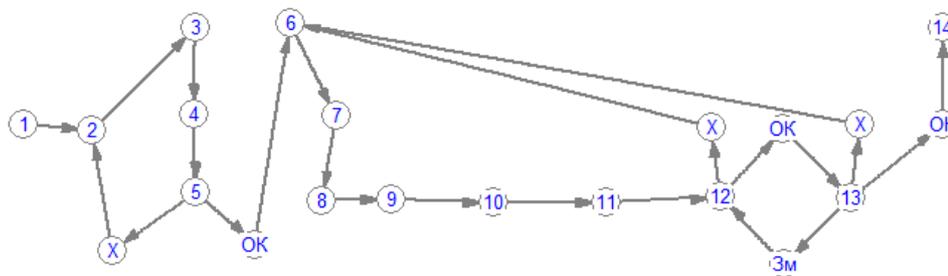
Модель 1 системы «КредоДайрект». Рис. 1.



1 - сайт банка, 2 - система «КредоДайрект», 3 - введение персонального идентификатора, 4 - пароль, 5 - язык, 6 - отменить, 7 - подтвердить, 8 - раздел счета, 9 - подразделение депозиты, 10 - пункт новый депозит; 11 - выбор счета, 12 - сумма вклада, 13 - отменить, 14 - подтвердить, 15 - срок вклада, 16 - отменить, 17 - изменить, 18 - подтвердить, 19 - вид депозита, 20 - отменить, 21 - изменить, 22 - подтвердить, 23 - одноразовый код TAN-карты, 24 - отменить, 25 - изменить, 26 - подтвердить, 27 - депозит создан.

Попробуем еще упростить модель траектории движения пользователя при открытии депозита через систему «КредоДайрект». Для этого создадим непосредственную связь между вершинами 12 и 13, исключив из модели еще один цикл, получаем модель 4 (рис. 2).

Модель 4 системы «КредоДайрект». Рис. 2.



1 - сайт банка, 2 - система «КредоДайрект», 3 - введение персонального идентификатора, 4 - пароль, 5 - язык, 6 - раздел счета, 7 - подразделение депозиты, 8 - пункт новый депозит, 9 - выбор счета, 10 - сумма вклада, 11 - срок вклада, 12 - вид депозита, 13 - код TAN-карты, 14 - депозит создан.

Данная модель является еще проще и удобнее по сравнению с предыдущей. При этом система может нормально функционировать. Дальнейшее упрощение модели системы «КредоДайрект» недопустимо с точки зрения безопасности системы.

Полученные модели были сформированы на интуитивном уровне поведения пользователей. Для формирования оптимального графа сайта интернет-банкинга целесообразно сформировать индекс информационной компактности, исчисляемый как отношение [6, 7].

$$C_p = \frac{Max}{Max - Min},$$

где *Max* - максимально возможное число шагов, которые необходимо пройти по ссылкам, связывающим все узлы гипертекста, *Min* - минимальное число шагов, связывающим все узлы гипертекста. Реальное наблюдаемое число шагов может быть рассчитано с учетом вероятности переходов по выбору пути между вершинами и требует достаточно длительного мониторинга поведения пользователей сайта при помощи специальных программ веб-аналитики. Представленные модели сайта будут базироваться на основном дереве графа, которое является подграфом основного графа, содержащего все вершины. Кроме того, оптимальный граф должен отвечать следующим требованиям:

Сохранение досягаемости, то есть каждая вершина графа должна быть достижимой и иметь свой маршрут.

Возможности оптимизации в условиях неполной информации. То есть все вершины являются взаимодостигаемыми. Такой граф строится постепенно по компонентам с проверкой взаимодостигаемости. На основе моделей сильной достигаемости и достигаемости строится база графа, и размечаются его ребра [7]. Модель 4 может быть определена как сильно достигаемая модель.

При оптимизации связей графа по критериям информационной компактности и индекса стратификации изымают ребра, которые имеют меньший вес. На сайте банков, как правило, используют мультиагентную технологию, т.е. работают роботы-агенты, а также менеджеры-консультанты, которые обрабатывают входящие запросы. Алгоритмы обработки могут быть представлены как модель UML-диаграммы обработки входящих и исходящих запросов. Результаты веб-аналитики и обработки статистических данных поведения пользователей могут быть использованы при адаптации сайтов к психологическим особенностям пользователей, формировании отдельных кластеров аудитории – по возрасту, по значимости полученных услуг и т.п. Нужно отметить, что позиционирование сайта зависит от удобства навигации, а это оптимизация графа в соответствии с определенными критериями, а также удобные видео-подсказки и видео-подкасты.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что теория графов активно применяется при проектировании информационного пространства организации и может быть использована на всех этапах – от формирования ИТ-стратегии и построения ИТ-инфраструктуры до оптимизации графов бизнес-процессов и маршрутов пользователей веб-среды. В программе дальнейших исследований – детализация представленной методики для оптимизации информационного пространства взаимодействий подразделений предприятия и управления отношениями с клиентами.

#### Библиография

1. Берж К. Теория графов и ее применения / К. Берж. – М: Издательство иностранной литературы, 1962. – 319 с.
2. Теория информационных процессов и систем [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [http://dgalov.narod.ru/tipis.htm#\\_Toc280901009](http://dgalov.narod.ru/tipis.htm#_Toc280901009). – Заглавие с экрана.
3. Шевченко, В.И. Многоуровневая графовая модель информационного обмена в корпоративной информационной сети / В.И. Шевченко // Вестник СевНТУ. Серия Автоматизация процессов и управление, сборник научных трудов. – Севастополь: СевНТУ, 2010. – Вып. 108. – С. 118- 123.
4. Каменкова М.С., Управление бизнес-процессами и развитием информационных технологий / М.С. Каменкова, А.К. Коптелов Совершенствование деятельности ИТ-подразделения // Byte август 2005. – Режим доступа: <http://businessprocess.narod.ru/index3.htm>. – Заглавие с экрана.
5. Тихомиров А.А. Кружево единых сетей: Теоретические основы. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [www.myshared.ru/slide/355663/](http://www.myshared.ru/slide/355663/) – Заглавие с экрана.
6. Дубовой В.М. Інтелектуальна мультиагентна технологія оптимізації Інтернет-ресурсів / В.М. Дубовой, О.М. Москвін // Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2012.– №5.– с. 98- 106.
7. Глонь О.В. Оптимізація структури сайту в умовах неповної інформації / О. В. Глонь, В. М. Дубовой, О. М. Москвін // Наукові праці Вінницького національного технічного університету, Електронне наукове фахове видання.– 2008.– №1. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/vntu/2008-1/uk.files/08govoii\\_uk.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/vntu/2008-1/uk.files/08govoii_uk.pdf) / – Заголовок з екрану.