

**Представление ситуаций на основе метаграфового подхода**  
**Situations representation on the basis of metagraph approach**

*Гапанюк Ю.Е., к.т.н., доцент, [gapyu@bmstu.ru](mailto:gapyu@bmstu.ru)*

*Буклин С.В., студент, [buklin.sergei@yandex.ru](mailto:buklin.sergei@yandex.ru)*

*Слимов Н.А., студент, [nks.off@gmail.com](mailto:nks.off@gmail.com)*

*Тодосиев Н.Д., студент, [todosievnik@gmail.com](mailto:todosievnik@gmail.com)*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Системы обработки информации и управления»*

Направление исследований, связанное с ситуационным моделированием и ситуационным управлением, появилось в 60-х годах XX века. Основоположниками этого направления являются Ю.И. Клыков и Д.А. Пospelов. Актуальность работ в этой области не снижается. Как и 50-60 лет назад, задачи описания и обработки сложных ситуаций требуется решать во многих информационных системах.

В настоящее время модели на основе сложных сетей все чаще используются для решения широкого класса задач, в том числе и для задач ситуационного описания. В качестве разновидности сложных сетей нами предлагается использовать метаграфовый подход, основные положения которого сформулированы в статьях [1-3]. Метаграфовая модель ориентирована на описание сложных вложенных контекстов и является естественной моделью для представления сложных ситуаций.

Работа с ситуациями в информационной системе предполагает, как минимум, три задачи:

1. Формирование ситуационной модели.
2. Обработка ситуационной модели.
3. Представление ситуационной модели пользователю.

В рамках метаграфовой модели данных первая задача может быть решена с использованием метаграфовых операций над информационными элементами метаграфа [2], а вторая с использованием метаграфовых агентов [1].

Третья задача представляет собой скорее технологическое решение, ориентированное на использование библиотек визуализации графов. В данной статье мы рассматриваем два реализованных прототипа по визуализации метаграфовых ситуаций (трехмерная и двухмерная визуализация). В связи с рядом ограничений используемых библиотек нами рассматривается пример ситуации на английском языке: «John arrived to London at 4 p.m. by train in order to meet his classmates James and Paul» (Джон прибыл в Лондон в 4 часа дня на поезде, чтобы встретиться со своими одноклассниками Джеймсом и Полом). Графическое представление ситуации и ее предикатное описание в соответствии с [3] представлены на рис. 1, а варианты визуализации на рис. 2.

Трехмерная визуализация метаграфов осуществляется с помощью библиотеки Three.js, которая написана на языке Javascript и позволяет отображать 3D сцены в браузере. Данная библиотека не предоставляет средств для работы с графами и используется лишь для визуализации объектов. Метаграф представляется в формате JSON, вершины, ребра и метавершины представлены в виде вложенных объектов и массивов. При генерации, алгоритм рекурсивно проходит по метавершинам, позволяя построить метаграф любой вложенности. В момент создания метаграфа его вершины и метавершины создаются случайным образом, после чего осуществляется перестроение в соответствии с весом ребер и метаребер. Метаграф перестраивается некоторое время пока не придет в оптимальное состояние. В отличие от двухмерных способов построения, 3D построение является более сложным и практически не имеет готовых реализаций, поэтому для решения этой задачи был разработан алгоритм, основанный на взаимодействии вершин и метавершин с помощью сил, величина которых зависит от веса ребер и метаребер.

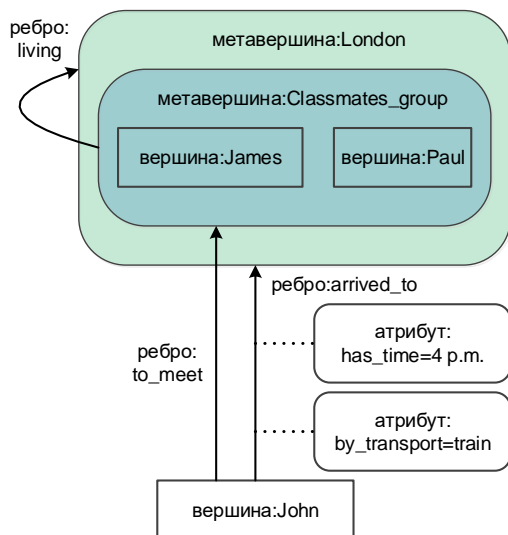


Рис. 1а

```

Metavertex (Name=London,
  Metavertex (Name=Classmates_group,
    Vertex (Name=James),
    Vertex (Name=Paul),
    Edge (Name=living,
      v_s=Classmates_group, v_e=London,
      eo=true)))
Vertex (Name=John)
Edge (Name=to_meet, v_s=John,
  v_e=Classmates_group,
  eo=true)
Edge (Name=arrived_to, v_s=John,
  v_e=London, eo=true,
  Attribute (has_time,"4 p.m."),
  Attribute (by_transport, train))

```

Рис. 1б

Рис. 1. Представление ситуации. 1а – в графическом виде, 1б – в форме предикатного описания.

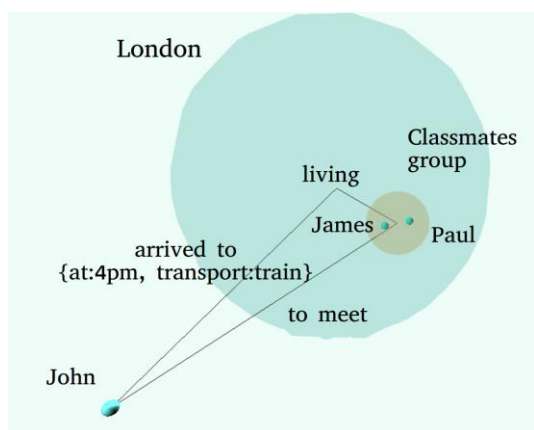


Рис. 2а

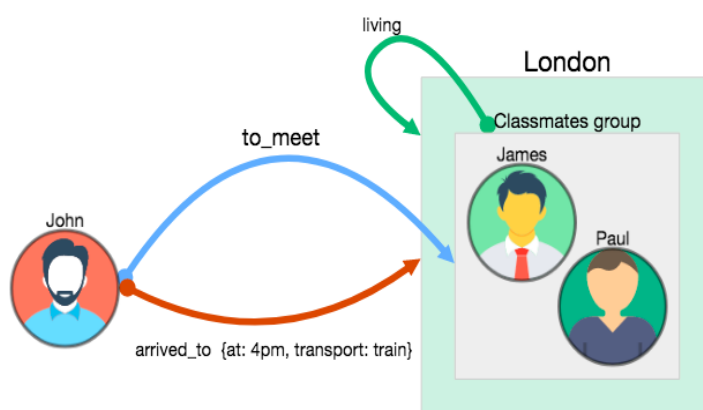


Рис. 2б

Рис. 2. Визуализация ситуации. 2а – с использованием библиотеки Three.js, 2б – с использованием библиотеки Cytoscape.js.

Двухмерная визуализация метаграфов осуществляется с помощью библиотеки Cytoscape.js. Эта библиотека, разработанная для отображения и анализа графов, позволяет наглядно визуализировать метаграфы в виде двухмерной модели. Cytoscape.js написана на языке программирования Javascript, что делает возможным ее применение в браузерах (отображение на холсте Canvas) или на сервере с помощью Node.js (для генерации файлов изображений).

Процесс визуализации начинается с описания метаграфа в виде массива вершин и метавершин и массива ребер и метаребер. Для каждой вершины разрешается указать лишь одну родительскую метавершину (называемую compound node), в чем проявляется ограничение библиотеки. Кроме описания структуры данных указываются стили и настройки отображения: расположение элементов метаграфа, цвета, метод рисования (кривые Безье, ломаные кривые) и толщины ребер (метаребер), формы, цвета, шрифты и положение названий вершин (метавершин), интерактивность созданного отображения. Каждый элемент метаграфа может иметь собственные стили.

Таким образом, в настоящее время реализовано два прототипа представления ситуации в форме метаграфа в двухмерном и трехмерном видах.

### **Список литературы**

1. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Том 12. С. 57–79.
2. Самохвалов Э.Н., Ревунков Г.И., Гапанюк Ю.Е. Использование метаграфов для описания семантики и прагматики информационных систем. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2015. Выпуск №1.
3. Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Федоренко Ю.С. Предикатное описание метаграфовой модели данных. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2016. Выпуск № 12. С. 122–131.