

3. ОАО ИСС. Блок механической системы поворота антенн 17Ф18.3470-000. Технические условия 17Ф18.3470 ТУ – 1986 г., 51 с.
4. ОАО ИСС. БУП СПА Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 17Ф18.2253-01 ТО, 1986 г., 42 с.
5. Siemens S7. Программируемый контроллер S7-1200. Системное руководство, 2009 г., 397 с.

### **Идентификация остановок в городской улично-дорожной сети по их текстовым описаниям с использованием маршрутных схем, представленных графом**

Чинь А.З., Погребной В.Ю.  
[tad3012@gmail.com](mailto:tad3012@gmail.com)

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Фадеев А.С., кафедра АиКС, ТПУ*

В настоящее время транспортная отрасль является одной из наиболее проблемных областей, с которой сталкивается быстро развивающееся население больших городов. С помощью высоких технологий, в том числе информационных, многие транспортные проблемы уже полностью или частично решены. Однако, существует ряд нерешенных задач, для которых требуется совместное глубокое изучение и исследование в разных областях, например в математике, информатике, социальном управлении и т.д. В зависимости от особенностей местности, города и страны существуют различные транспортные задачи, которые нуждаются в различных методах их решения.

В Томске имеется множество транспортных проблем разной сложности. Одной из таких проблем является низкое качество обслуживания населения в сфере перевозок общественным транспортом. Для повышения эффективности пассажирских перевозок и качества обслуживания населения города Томска посредством различных информационных сервисов была поставлена задача идентификации остановок в городской улично-дорожной сети по их текстовым описаниям. Решение этой задачи требует применения знаний из нескольких научных дисциплин, в том числе методов обработки естественных (человеческих) языков и теории графов. Обработка естественного языка (ОЕЯ, англ. язык Natural language processing, NLP) представляет собой общее направление компьютерной науки, искусственного интеллекта и математической лингвистики, изучающее проблемы компьютерного анализа и синтеза естественных языков. ОЕЯ относится к области человеко-машинного взаимодействия. Сложность ОЕЯ заключается в непонимании естественных языков машинами [1]. Теория графов (англ. язык Graph theory) — это раздел математики и компьютерной науки, изучающий графы, которые представляют собой математические структуры, используемые для представления отношений между объектами. Граф всегда состоит из двух частей: множества вершин — это сами объекты в структуре, и множества ребр — отношения между объектами. В рамках задачи идентификации объектов городской маршрутной сети знания в области обработки естественного языка используются для синтаксического анализа текстовых сообщений, а знания теории графов — для построения и дальнейшего применения модели маршрутной сети города.

Структура маршрутной сети города Томска изображена на **Ошибка! Источник ссылки не найден.**



Рисунок 9. Маршрутная сеть города Томска

Необходимость применения графа заключается в том, что среди остановочных пунктов существуют пункты, имеющие одинаковые названия, но находящиеся на разных сторонах улицы или даже на разных улицах города (например, остановка «улица Сибирская» в Томске). В текстовом сообщении, описывающем некоторую остановку, может быть указана информация только о названии (например, «*Ост. Лагерный сад*»). Получив такой запрос, система не сможет определить остановку среди множества остановок, имеющих одинаковое название. Поэтому для идентификации конкретной остановки необходимо описать дополнительные ее параметры. Наиболее часто для описания остановки используется указание направления движения транспорта, проезжающего через нее:

- Ост. Лагерный сад в сторону/до пл. Ново-соборной.
- Ост. Ново-соборная со стороны/с/из Лагерного сада.

То есть текстовое описание остановки можно разделить на две части: слева — описание искомой остановки, а справа – название остановки или улицы, в сторону которой направляется транспорт, проезжающий через нее [2].

После того как по левой части сообщения будет найден список подходящих остановок, для определения конкретной остановки необходимо проанализировать правую часть сообщения. Анализ правой части сообщения основан на использовании маршрутной сети города, представленной в виде графа.

Построим оргграф маршрутной сети города с остановками в качестве вершин и сегментами, соединяющими остановки, в качестве дуг. Модель представления маршрутной сети в виде графа проста для обработки и решения множества транспортных задач с использованием компьютера. Построенный граф является ориентированным и имеет вершины для каждого остановочного пункта, так как строится на основе различных направлений маршрутов [3]. Пример графа представлен на Рисунок 10.

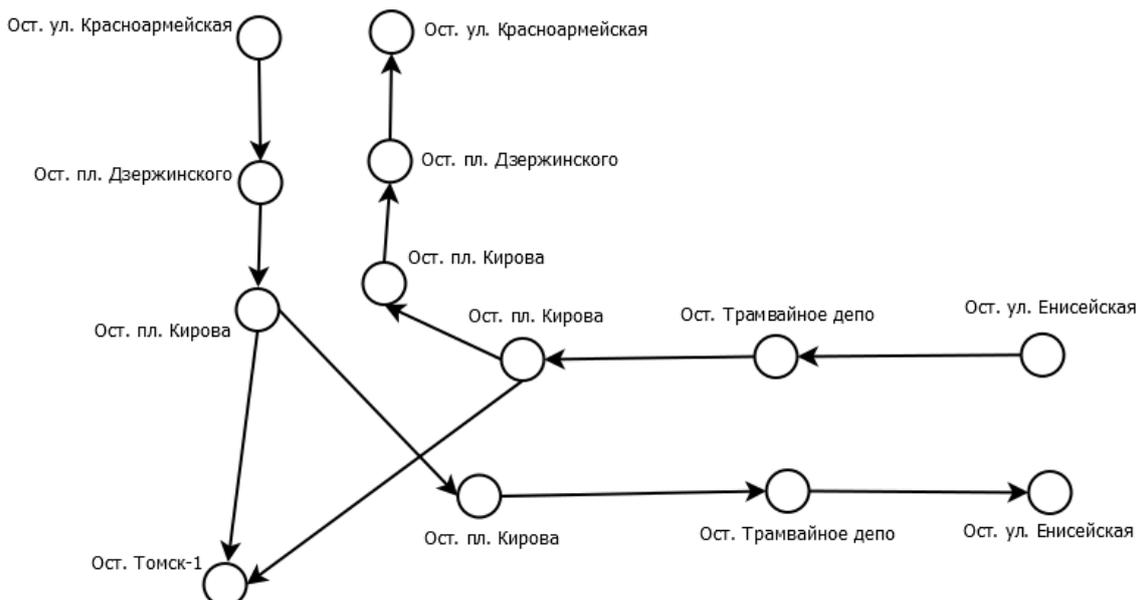


Рисунок 10. Пример структуры маршрутной сети в виде графа

В качестве правой части сообщения может быть указана остановка или улица. Чтобы определить, достижима ли указанная остановка или улица, необходимо совершить обход графа из каждой остановки в отфильтрованном по левой части описания списке. Обход графа осуществляется в прямом или обратном направлении в зависимости от ключевого слова, объединяющего левую и правую части сообщения. Больше всего в решении данной задачи подходит алгоритм обхода графа по ширине [4]. При достижении очередной остановки в графе выполняется сравнение текста с описанием данной остановки. Если в результате сравнения будет найдено сходство, то считается, что исходная остановка подходит под описание текстового сообщения.

Однако в связи с наличием закольцованных маршрутов, соединяющих остановки с одинаковым названием, и наличием нескольких маршрутов, соединяющих остановки с одинаковым названием, но движущихся по разным направлениям, введем несколько правил обхода графа:

1. В случае достижения остановки, находящейся на той же улице, что и улица исходной остановки, но на противоположной ее стороне, обход графа прекращается, и последняя достигнутая остановка не рассматривается.
2. В случае достижения остановки, располагающейся на улице, отличной от первоначальной, также выполняется сравнение текста с описанием данной улицы.
3. В случае перехода к следующей улице, отличной от первоначальной, обход графа прекращается, и последняя достигнутая остановка не рассматривается.
4. В случае возврата на первоначальную улицу и на ту же ее сторону, обход графа продолжается, при этом считается, что перехода на другие улицы не было.

Таким образом, при обходе графа анализируются не только достижимые остановки, но и улицы, на которых они размещены, что расширяет количество наборов входных данных, позволяя обрабатывать текстовые запросы типа «*Ост. Лагерный сад в сторону ул. Нахимова*» и «*Ост. Лагерный сад со стороны пр. Кирова*». Пример обхода графа представлен на Рисунок 11.

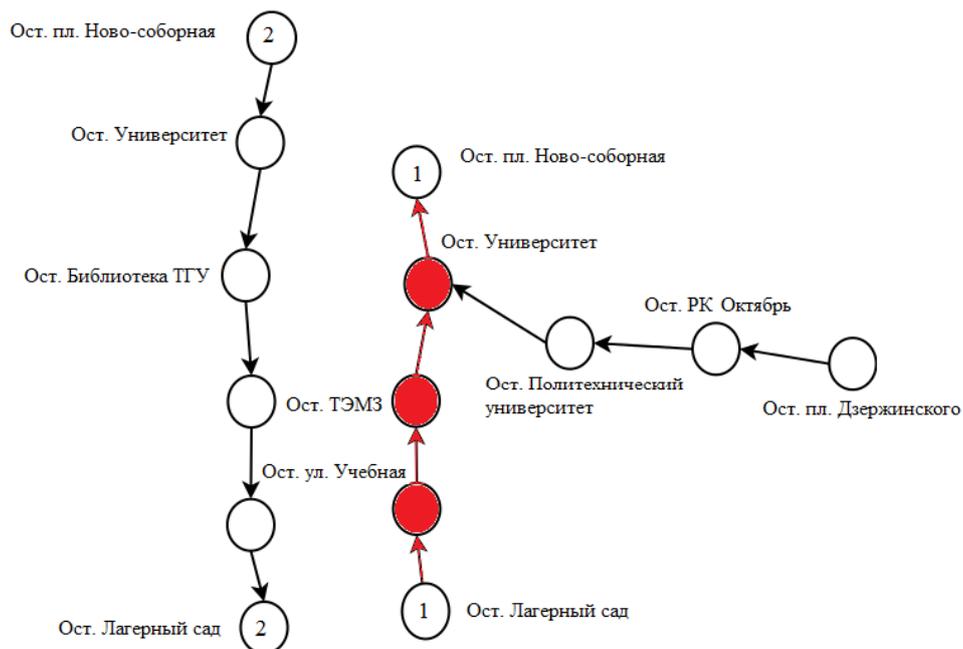


Рисунок 11. Пример обхода графа

Использование графа и особых правил обхода позволяет точно и надежно идентифицировать остановку по описаниям, построенным на основе человеческой логики. Результаты идентификации остановок применяются в различных информационных системах интеллектуальной транспортной системы города Томска с целью повышения эффективности работы городской транспортной системы. Точно идентифицировав остановку, система может предоставлять расписание движения транспорта и прогноз времени прибытия транспортных средств в режиме реального времени для этой остановки. Таким образом, результаты работы имеют большую практическую значимость для жителей города.

#### Список литературы:

1. Christopher D. Manning, Hinrich Schütze. Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press, 1999. Электронный ресурс. URL: <http://cognet.mit.edu/library/books/view?isbn=0262133601> (Дата обращения 15.03.2015г.)
2. Пескова О. В. Алгоритмы классификации полнотекстовых документов // Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика. – М.: МИЭМ (Московский государственный институт электроники и математики), 2011. – С. 170-212.
3. Дистель Р. Теория графов // Перевод с англ. языка – Новосибирск: Издательство института математики, 2002. - 336 с.
4. Кормен Т. Х. Часть VI. Алгоритмы для работы с графами // Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. – второе издание – М.: Вильямс, 2006. – 1296 с.