

Лебедева Ольга Анатольевна,  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: kravhome@mail.ru

## МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ДАННЫХ

Lebedeva O.A.

### MATRIX RECOVERY METHODOLOGY BASED ON MOBILE DATA

**Аннотация.** Исследование направлено на сравнение методик и детальное изучение алгоритма восстановления матрицы корреспонденций на основе инновационных мобильных технологий. Ранее матрицы корреспонденций восстанавливали путем опроса водителей транспортных средств и применения гравитационных моделей, далее используются методы матричной оценки для подсчета транспортных потоков. Каждый из этих подходов имеет ряд достоинств и недостатков, но отсутствуют доказательства, позволяющие оценить качество полученных данных. Результаты показывают, что в целом обработка данных с мобильной сети позволяет получить более достоверную оценку без учета опроса или аналогичных наблюдений, а использование такого типа исследований может привести к более последовательной оценке поездок с выборкой большего размера.

**Ключевые слова:** транспорт, матрицы корреспонденций, мобильные технологии.

**Abstract.** The study is aimed at comparing the methods of restoring the correspondence matrices and a more detailed study of the algorithm for restoring the correspondence matrix based on innovative mobile technologies. Previously, the correspondence matrices were reconstructed by interviewing vehicle drivers and applying gravity models, then matrix estimation methods are used to calculate traffic flows. Each of these approaches has a number of advantages and disadvantages, but there is no evidence to assess the quality of the data obtained. The results show that, in general, processing data from the mobile network allows for a more reliable estimate without taking into account survey data or similar observations, and using this type of research can lead to a more consistent assessment of trips with a larger sample size.

**Keywords:** transport, correspondence matrices, mobile technologies.

Стандартные методики восстановления матриц корреспонденций включают комбинацию методов использования опроса водителей подвижного состава для оценки перемещения по маршрутам (RSI), применение гравитационных моделей для экстраполяции и заполнения ненаблюдаемых перемещений, оценки матриц, включая дополнительные подсчеты транспортных потоков. В последнее время «мобильные данные» все чаще используются в транспортном планировании для разработки «предварительных» матриц спроса в качестве альтернатив RSI и синтетических матриц.

Структурированное и систематическое исследование сравнения двух наборов матриц ездки с использованием мобильных данных, и матриц, разработанных с использованием комбинации данных RSI и подхода к гравитационному моделированию привели к следующим выводам, что матрицы корреспонденций, основанные на мобильных данных, имеют более широкий географический охват, то есть больший размер выборки, учитывают динамику основных показа-

телей, а также позволяют минимизировать время и средства на сбор и обработку данных. Но данные такого типа собираются для транспортного планирования, следовательно, существуют недостатки, к которым относятся: определение начала и конца поездки, пространственное разрешение и точность данных, идентификация коротких поездок, определение типов транспортных средств и их загруженности, определение цели поездки.

Основная цель этого исследования – сравнить эффективность матриц RSI с новыми методами использования мобильных данных.

В таблице 1 представлено сравнение двух наборов матриц поездок, их достоинства и недостатки [1].

Таблица 1

Сравнительный анализ методик восстановления матриц корреспонденций

Фактор	методика опроса водителей RSI	методика «мобильных данных»
тип исходных данных	данные за один день	данные за определенный период времени
выборочный подход	участки улично-дорожной сети либо случайная выборка водителей (от 10% до 20% - индивидуальная выборка)	полная совокупность абонентов оператора (от 10% до 20% индивидуальная выборка) (~ 30% повторная выборка в течение нескольких дней)
вариация поездок	пространственная вариация	пространственные и временные вариации
расширение данных	использование подсчитанных данных и статистического анализа	использование данных о пользователях мобильных телефонов относительно общей численности населения
определение целей поездки	опрос	вывод на основе предположений или других данных
определение типа транспортного средства и загруженности подвижного состава	обзорное наблюдение	вывод на основе предположений или других данных
географический охват	выбранная зона обследования	все полученные поездки
доля неохваченных поездок	в зависимости от количества секторов опроса	очень низкий процент

Для разработки и оценки матриц используются следующие источники данных: местоположение мобильного телефона; опросы водителей (RSI); подсчет транспортных потоков; модели восстановления матриц.

Рассмотрим алгоритм восстановления матрицы на основе мобильных данных (рисунок 1).

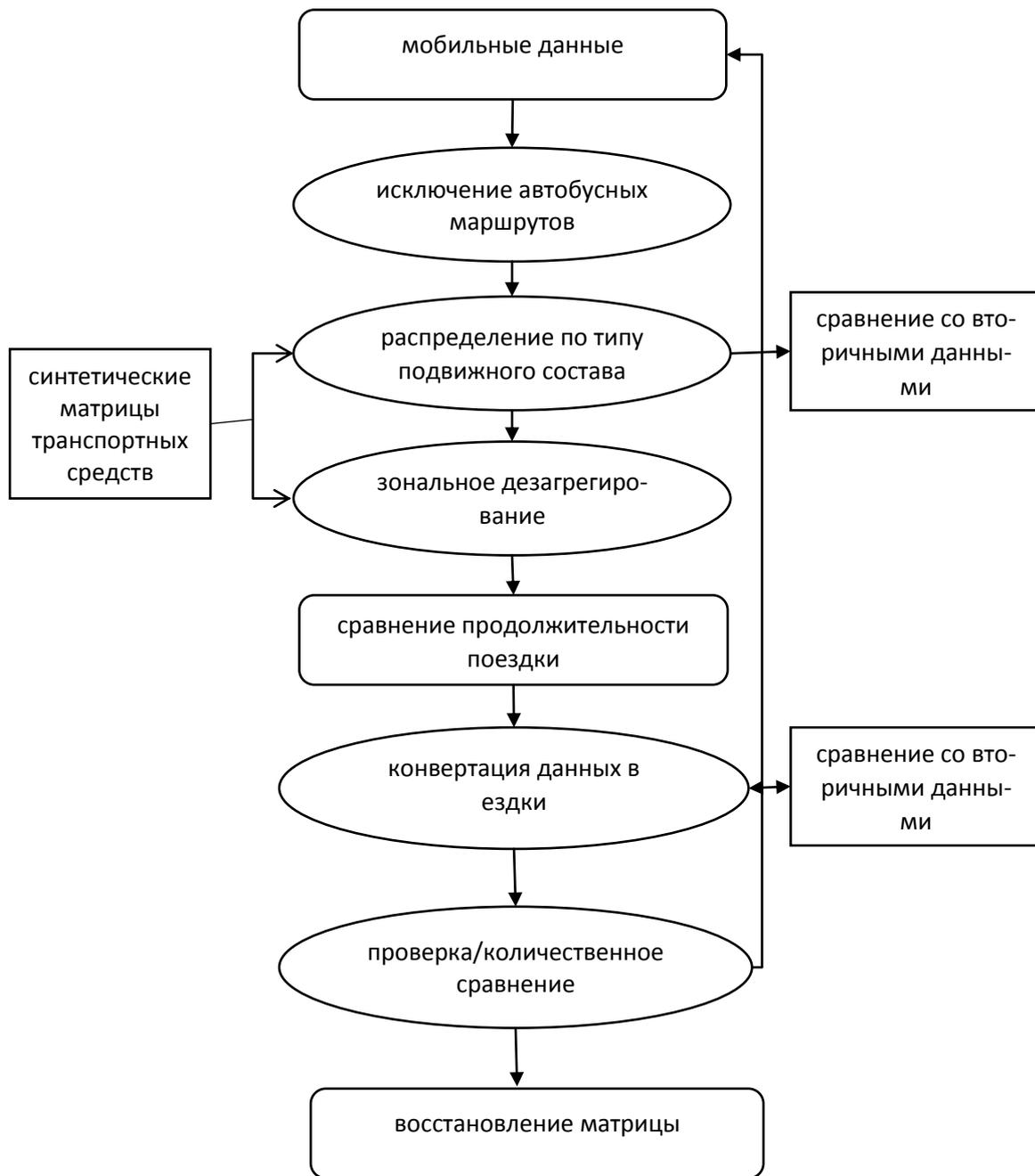


Рисунок 1 - Процесс разработки матрицы на основе мобильных данных [1]

Как показано на рисунке, после процесса распределения и дезагрегирования матрицы происходит итеративный процесс внесения корректировок, предназначенных для исправления данных. Корректировка матрицы проводится в два этапа. На первом этапе целью является внесение изменений относительно вторичных данных, не зависящих от характеристик транспортных потоков. Основные корректировки на этом этапе – замена коротких поездок данными из синтетических матриц. Синтетические матрицы разрабатываются для внесения дополнительной информации о поездках в транспортные модели (опросы води-

телей на улично-дорожной сети) и оценки вероятных схемы поездок, основанных на данных наблюдений и информации о землепользовании. В связи с отсутствием данных о наблюдаемых транспортных потоках их называют синтетическими матрицами. Далее требуются данные для модели распределения, то есть затраты в моделируемой области и набор конечных точек маршрута для каждой зоны. Затем выполняется процесс калибровки модели распределения, и его выходные данные преобразуются в матрицы назначения автомобилей. Процесс запускается отдельно для каждой цели поездки, периода времени и направления.

Для разработки синтетических матриц применяется гравитационный подход, в котором требуется два источника данных для каждого сегмента: оценки пунктов отправления/назначения в каждой моделируемой зоне и распределение продолжительности рейсов. Для устранения неточностей в матрицах корреспонденций актуальна методология корректировки межзональных перемещений на основе сравнения общих наблюдаемых и смоделированных потоков. Это минимизировало влияние недостатков локализованной маршрутизации в модели.

Результаты показывают, что в целом обработка данных с мобильной сети позволяет получить более достоверную оценку, без учета данных опроса RSI или аналогичных наблюдений (которые чаще всего синтезируются) [2], а использование такого типа исследований может привести к более последовательной оценке поездок с выборкой большего размера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Toloueia R., Psarrasa S., Prince R. Origin-Destination Trip Matrix Development: Conventional Methods versus Mobile Phone Data / 44th European Transport Conference 2016, ETC 2016, 5-7 October 2016, Barcelona, Spain. // Transportation Research Procedia 26, pp. 39–52, 2017.

2. Лебедева О.А., Крипак М.Н. Моделирование грузовых перевозок в транспортной сети Вестник Ангарского государственного технического университета. 2016. № 10. С. 182-184.