

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

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СПРОСА НА ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ С УЧЕТОМ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Lebedeva O.A.

ANALYSIS OF METHODS FOR MODELING THE DEMAND FOR FREIGHT TRANSPORTATION TAKING INTO ACCOUNT THEIR CHARACTERISTICS

Аннотация. Рассмотрены существующие модели спроса на грузовые перевозки в рамках различных подходов. Обзор подходов к городскому моделированию, показывает, что наиболее используемыми показателями являются: транспортный поток, генерация поездки, загрузка транспортных средств и товарный поток. Выделены их достоинства и недостатки. Для решения задач в сфере грузовых перевозок, необходимы масштабируемые инструменты, отражающие как можно больше атрибутов при допустимых затратах в поставленный временной промежуток.

Ключевые слова: грузовые перевозки, модель, оценка спроса.

Abstract. Existing models of demand for freight transportation are considered within the framework of various approaches. A review of approaches to urban modeling shows that the most commonly used metrics are: traffic flow, trip generation, vehicle load and commodity flow. Their advantages and disadvantages are highlighted. To solve problems in the field of freight transport, scalable tools are needed that reflect as many attributes as possible at an acceptable cost in a given time period.

Keywords: freight transportation, model, demand assessment.

Анализируя подходы к организации городских грузовых перевозок, можно выделить общую методологию моделирования, позволяющую:

- прогнозировать изменения основных видов землепользования и использовать транспортные системы с учетом инфраструктуры и ее производительности;
- определять объемы грузовых перевозок с использованием модели спроса;
- моделировать процесс распределения заинтересованных сторон (розничные продавцы, перевозчики);
- представлять транспортную инфраструктуру и её характеристики;
- реализовывать назначение потоков в сети;
- оценить эффективность и влияние логистических мер в городской среде.

Модели спроса имеют значение для предварительной оценки реализованных мер относительно устойчивости городской грузовой системы и снижения общих затрат на эксплуатацию [1, 2]. Основой для моделирования является оценка матриц потоков отправления/назначения (OD). В качестве данных используется: перемещенное количество груза (на товарной основе/ доставки);

либо учет грузовых транспортных средств; смешанный подход, основанный на товарах и доставке (рисунок 1).

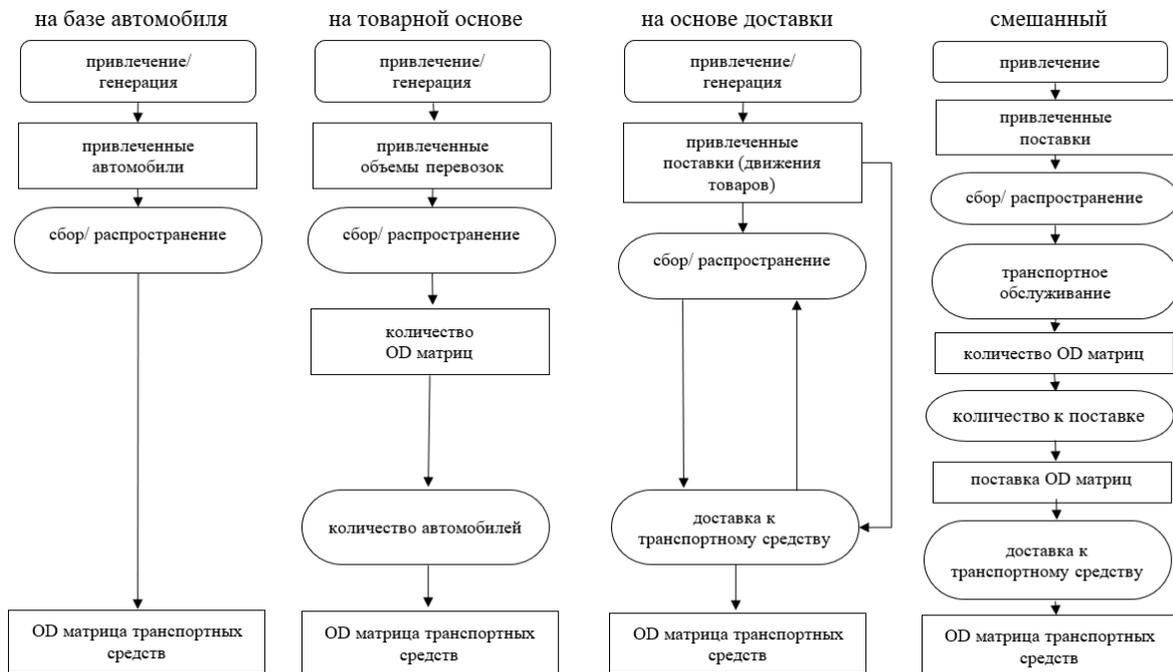


Рисунок 1 – Подходы к моделированию спроса на грузовые перевозки [1]

Рассмотрим эти методы подробнее [1].

1. Модели оценки спроса имеют простую структуру, их единицей являются поездки грузовых транспортных средств, а подход к моделированию включает два этапа. Первый этап позволяет оценить количество грузовых автомобилей, генерируемых в каждой зоне. Второй этап обеспечивает пространственное распределение ранее оцененных потоков в виде матриц корреспонденций. Иногда модель калибруется для разных классов грузового транспорта. Основным недостатком моделей на основе спроса на грузовые перевозки является то, что они не имитируют маршруты поездки [2]. Они предназначены для моделирования текущего состояния грузовой транспортной системы, но не отражают изменения в механизме формирования спроса. Более того, применение последовательного процесса моделирования городских грузовых перевозок сложно относительно поездок для удовлетворения личного спроса. Для таких поездок характерно перемещение от места жительства до пункта назначения, однако проведение анализа факторов, влияющих на экономическую составляющую и грузовые перевозки в городской среде, не представляется возможным. С другой стороны, модели спроса характеризуются относительной простотой автоматического сбора данных, который может выполняться с использованием систем

управления движением или взвешиванием транспортного средства в движении [3, 4].

2. Товарные модели. Эта группа моделей рассматривает в качестве эталонной единицы количество перемещаемого товара. Изначально, модель оценивает товарные потоки, привлекаемые определенными зонами, в зависимости от социально-экономических данных. Затем определяется матрица корреспонденций, с указанием зоны, из которой исходят товарные потоки. Далее потоки товаров преобразуются в транспортные средства. Сложность этого подхода предполагает, использование нескольких отдельных моделей, отвечающих за каждый этап процесса, что указывает на высокий спрос на надежность услуг и значительные усилия по калибровке модели.

Входящие товарные потоки моделируются посредством притяжения в каждой зоне, измеряемые количеством розничных продавцов/работников и переменными землепользования [3, 4]. Ежедневно привлекаемые товарные потоки можно описать регрессионной моделью как функцию сотрудников, занятых в розничной торговле. [5]. После оценки товарных потоков, привлеченных в каждой зоне необходимо пространственно распределить их в модели в соответствии с зоной происхождения товара. Модель сбора данных имитирует выбор макрзоны. Эта часть процедуры используется только в случае наличия данных о товарных потоках. Если зоны отправления/назначения груза определены, следующим шагом будет преобразование этих потоков из количественных показателей в транспортные средства. При этом учитывают для восстановления загрузки транспортного средства различные факторы: габаритные размеры груза (вид), вариант услуги, тип транспортного средства и организация маршрутной сети. Для размера отправления можно использовать средние значения перевозимых товаров, и учитывать порожние ездки для достоверности полученных транспортных потоков. Решение о варианте услуги влияет на коэффициент использования грузоподъемности и характеристики ездки. Эти данные являются необходимыми для принятия решения о потенциальном использовании терминалов или стратегии пополнения запасов. Моделирование выбора типа транспортного средства может быть выполнено с использованием различных подходов, но зависит от вида груза и типа услуги [6]. Последним этапом преобразования матриц корреспонденций из количественных показателей в транспортные средства является исследование ездок с целью пополнения запасов. Большинство моделей детально описывают отдельные этапы, что затрудняет их объединение в одно практическое решение, но лишь немногие авторы предлагают полную структуру моделирования.

3. Модели на основе доставки. Представляют альтернативу сложным городским грузовым перевозкам, поскольку они обеспечивают прямую связь меж-

ду производителями и перевозчиками за счет использования доставки. Стандартно процедура моделирования состоит из трех модулей, которые дополняют друг друга: 1) модель доставки, представляющая потоки между всеми видами экономической деятельности в городской среде; 2) модель управления городом, состоящий из транспортировки товаров и сырья для коммунально-бытовой сферы; 3) модель поездок за покупками, которая имитирует основные поездки к конечным потребителям. Модели, основанные на доставке, в основном являются статическими и описательными. Они способны воспроизвести реальный сценарий, но не могут быть использованы для прогностического анализа.

4. Макроэкономические и смешанные модели поддержки принятия решений разработаны для определенных аспектов городских грузовых перевозок, но не могут прогнозировать последствия реализации грузовой политики в городском пространстве.

Структура метода включает: матрицы корреспонденций среднего количества отправок транспортными службами; матрицы среднего объема доставки в определенный временной период; средние матрицы корреспонденций по маршруту доставки, времени отправления и типу транспортного средства. Изначально модель основана на нескольких калибровках, но существует возможность генерировать грузовые перевозки для каждой зоны и схем доставки.

Они не учитывают фундаментальные факторы, описывающих деятельность городских грузовых перевозок: количество, доставку и транспортные средства, которые позволяют оценить поведение участников транспортного процесса. Следовательно, существует потребность в поведенческих моделях, основанных на предположениях о выборе заинтересованных сторон. Это позволило бы смоделировать и спрогнозировать текущие решения в соответствии с сетевыми атрибутами, которые могут быть изменены путем реализации логистических мер [7-9].

Обзор подходов к городскому моделированию, показывает, что наиболее используемыми показателями являются: транспортный поток, генерация поездки, загрузка транспортных средств и товарный поток.

Требуются обширные и ресурсоемкие исследования каждой части городской логистической цепочки (грузоотправители, перевозчики и получатели) для оценки типов и объемов товаров, матриц корреспонденций, типов транспортных средств и их маршрутов. Поэтому не существует единой методологии сбора данных, а подход к опросам варьируется не только между странами, но и между городами одной страны, в зависимости от финансирования и целей исследования.

Для решения задач в сфере грузовых перевозок, необходимы масштабируемые инструменты, отражающие как можно больше атрибутов при допусти-

мых затратах в поставленный временной промежуток. Несмотря на относительно высокий уровень сложности модели спроса могут решить актуальные задачи для повышения эффективности функционирования транспортной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kaszubowski D. Urban Freight Transport Demand Modelling and Data Availability Constraints // T Conference: Scientific And Technical Conference Transport Systems Theory And Practice Project: URBACT Freight Tails project in Gdynia, 2018.
2. Ibeas A., Moura J.L., Nuzzolo A., Comi A. Urban Freight Transport Demand: Transferability of Survey Results Analysis and Models // Procedia - Soc Behav Sci 54, pp. 1068–1079, 2012.
3. Comi A., Donnelly R., Russo F. Urban Freight Models. Model Freight Transp., 2013.
4. Oskarbski J., Kaszubowski D. Implementation of Weigh-in-Motion System in Freight Traffic Management in Urban Areas // Transp Res Procedia 16, pp. 449–463, 2016.
5. Nuzzolo A., Crisalli U., Comi A. A delivery approach modeling for urban freight restocking // J Civ Eng Archit 6, pp. 251–267, 2012.
6. Filippi F., Nuzzolo A., Comi A., Site P.D. Ex-ante assessment of urban freight transport policies // Procedia - Soc Behav Sci 2, pp. 6332–6342, 2010.
7. Лебедева О.А., Антонов Д.В. Моделирование грузовых матриц корреспонденций гравитационным и энтропийным методами // Вестник ИрГТУ. — 2015. — № 5 (100). — С. 118–122. — ISSN 1814–3520.
8. Лебедева О.А. Математические модели оценки матрицы корреспонденций на основе данных детектора «вход – выход» подвижного состава городского пассажирского транспорта / О.А. Лебедева // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 2(61). – С. 66–68.
9. Лебедева О.А. Сравнительный анализ методов оценки межостановочной матрицы корреспонденций. / О.А. Лебедева, А.Ю. Михайлов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2013. – № 4(40). – С. 85–88.
10. Лебедева О.А., Гозбенко В.Е., Каргапольцев С.К. Оптимизация городских грузовых перевозок с использованием модели энтропии // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 4 (64). С. 131-137.