

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ В ТРАНСПОРТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ

Lebedeva O.A.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FUNCTIONALITY LEVELS OF DIFFERENT TYPES OF MODELS IN TRANSPORT PLANNING AND PROJECT EVALUATION

Аннотация. Использование различных типов моделей в транспортном планировании играет ключевую роль в прогнозировании сценариев функционирования городской транспортной системы, включая строительство новых дорог и изменение схем общественного транспорта. Правильное применение этих моделей способствует эффективному и устойчивому развитию транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: транспорт, модель, четырехэтапная модель, анализ уровней функциональности.

Abstract. The use of different types of models in transport planning is an important step in the process of forecasting various scenarios of the urban transport system, such as the construction of new roads or changes in public transport schemes. The correct application of these models contributes to the efficient and sustainable development of transport infrastructure.

Keywords: transport, model, four-stage model, functionality level analysis.

Существует широкий перечень объектов, которые требуют оценки, начиная от реконструкции существующей инфраструктуры до новых схем автомобильных или железных дорог и заканчивая комплексной работой по подготовке генерального плана. Географическое положение и размер также влияют на выбор типа модели. По сути, транспортное моделирование может варьироваться от разработки относительно простых моделей, которые заказываются для конкретного расчета, и моделей транспортных сетей, которые описывают определенную область исследования и рассматривают спрос на транспорт как функцию состояния транспортной сети [1-4]. Например, количество поездок, генерируемых населенным пунктом, может быть функцией качества транспортного предложения (время в пути до ближайшего пункта назначения). Аналогично, выбранный маршрут будет являться функцией уровня загруженности сети. Сетевые модели, как правило, более сложны, поскольку они могут включать «обратную связь», где результирующее состояние сети может влиять на решения пользователей относительно выбора маршрута следования. В целом, для планирования и оценки транспортных проектов обычно необходимо использование сетевых моделей (дополненных простыми моделями, где это возможно).

Рассмотрим структуру транспортных моделей. Они включают ряд отдельных модулей (этапов), которые работают в определенной последователь-

ности. «Четырехэтапная модель» описывает стандартный подход к транспортному моделированию. Процесс представлен на рисунке 1.

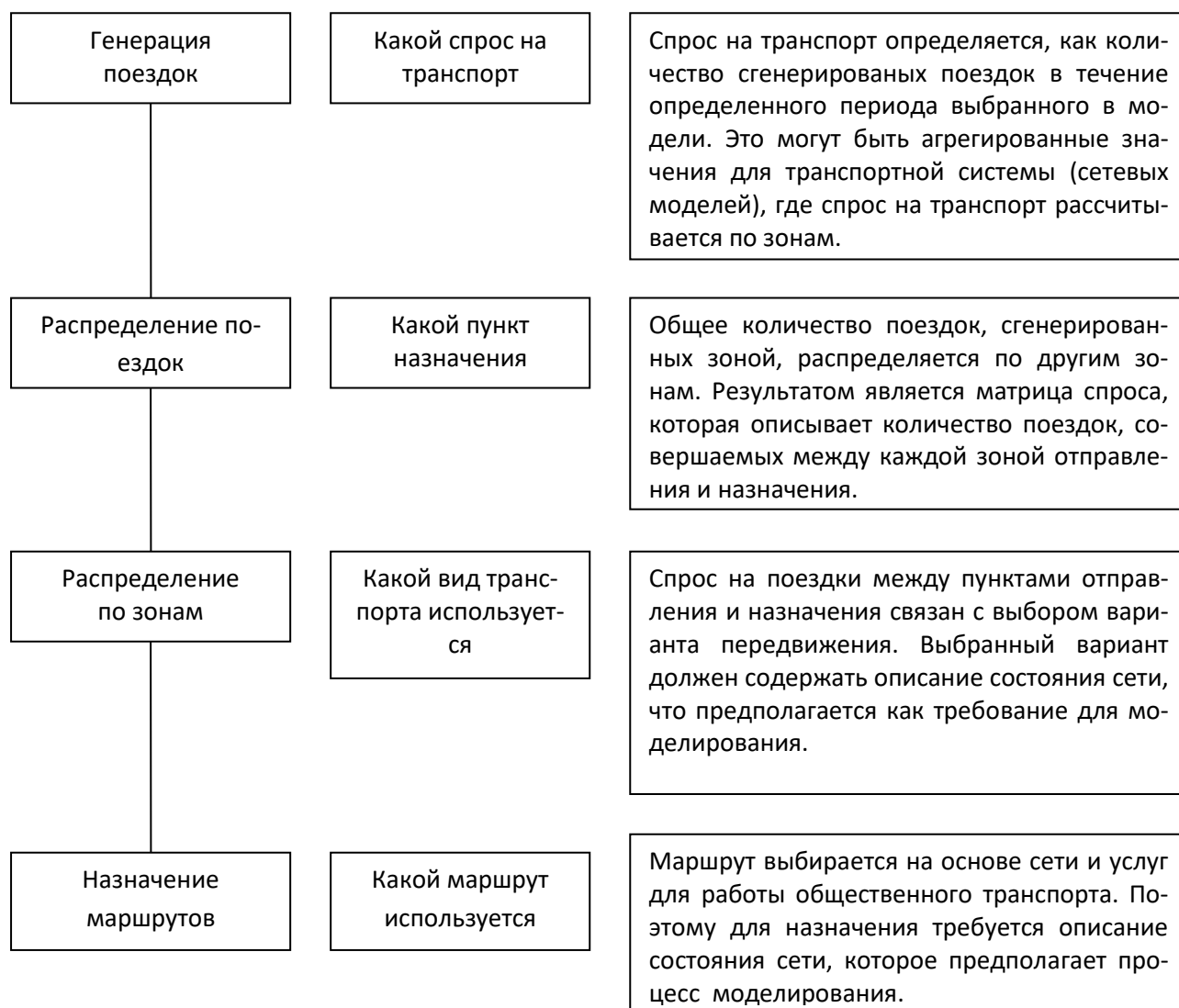


Рисунок 1 – Структура четырехэтапной модели

В моделях общественного транспорта и грузоперевозок также может быть заключительный этап, на котором объемы перевозок (тонны или пассажиры) преобразуются в количество транспортных средств после этапа назначения. Это позволяет понять требования к транспортным средствам/услугам. Более сложные модели грузоперевозок также могут иметь дополнительные этапы, связанные с логистической цепочкой [5-7].

Функциональность модели определяется наличием обратных связей, которые повышают способность модели прогнозировать реальные результаты. Различные уровни функциональности можно охарактеризовать следующим образом (таблица 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ уровней функциональности на различных моделях

Тип модели	Особенности	Функции
Простые модели	• минимальное время выполнения; • отсутствие выбора маршрута; • не учитываются сетевые воздействия; • нет возможности осуществлять выбор вида транспорта; • нет реакции на динамическое изменение спроса.	1. Анализ пропускной способности одного или нескольких перекрестков без изменения маршрута. 2. Анализ участков или всей улично-дорожной сети (УДС) для прогнозирования дорожно-транспортных происшествий, без изменений: в спросе; доле видов транспорта; маршрутной сети. 3. Применение темпов роста для прогнозирования транспортного спроса, пересадочности или подвижности в транспортной зоне. 4. Может быть выполнено без программного обеспечения для моделирования сети.
Модели назначения	• более длительное время выполнения; • включает выбор маршрута; • учитывает влияние сети; • нет возможности осуществлять выбор вида транспорта; • нет реакции на динамическое изменение спроса.	1. Влияние новых участков УДС в районах с ограниченным общественным транспортом или потенциалом для переменного спроса. 2. Влияние изменения маршрута на модель обслуживания общественного транспорта, где не ожидается распределение видов транспорта. 3. Необходимо программное обеспечение для моделирования сети. 4. Возможны небольшие изменения в сети, где не ожидается распределение видов транспорта.
Модели выбора варианта следования	• более длительное время выполнения; • включает выбор маршрута; • доступен выбор вида транспорта; • нет реакции на динамическое изменение спроса.	1. Влияние изменений доли видов транспорта и назначения на обслуживание в модели общественного транспорта, где ожидаются сложные реакции между различными видами общественного транспорта с разными качественными характеристиками или изменения необходимо проанализировать экономически. 2. Необходимо программное обеспечение для моделирования сети.

Модели переменного спроса	• самое длительное время выполнения; • возможен выбор маршрута; • доступен выбор вида транспорта; • оценка влияния изменения спроса.	1. Крупные городские районы, где существуют заторы в течение периода исследования. 2. Районы, где ожидается, что результатом изменений в транспортной сети будет численность населения и/или структура занятости. 3. Значительные изменения в обслуживании общественного транспорта. 4. Анализ влияния транспортной политики на состояние сети. 5. Модели стратегического планирования. 6. Необходимо программное обеспечение для моделирования сети. 7. Крупные улучшения сети, которые приводят к значительным изменениям времени в пути и/или доступности.
----------------------------------	---	---

Для каждого из четырех этапов моделирования требуется включить контуры обратной связи в процесс моделирования. Контуры обратной связи распознают взаимозависимость различных этапов процесса моделирования и, следовательно, необходимость применения итеративных методов расчета. Вот несколько примеров:

- назначение спроса на транспортную сеть кардинально меняет состояние сети (через возникновение заторов), что, в свою очередь, влияет на выбор варианта поездки. Поэтому для этого требуется контур обратной связи на этапе распределения;
- назначение спроса на транспортную сеть приводит к заторам в точках сети, что влияет на выбор маршрута. Для этого требуются контуры обратной связи на этапе назначения;
- затор влияет на выбор пункта назначения. Для этого требуется, чтобы сетевая информация из назначения была возвращена на этап распределения поездок.

Временные рамки, необходимые для моделирования, зависят от функциональности, которая требуется от модели, а также от географического масштаба и сложности транспортной модели. Модели переменного спроса, разработанные на региональном или национальном уровне, работают с большими объемами данных и могут потребовать до 12 месяцев или более для разработки. Модели назначения, как правило, менее сложны, требуя от 1 до 6 месяцев для разработки в зависимости от размера модели и уровня требуемой зональной и

сетевой детализации. Простые модели могут быть разработаны в течение нескольких недель, хотя это является отражением ограниченного масштаба результатов, которые они генерируют.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лебедева, О.А.** Оптимизация транспортной сети с учетом оценки качества услуг общественного транспорта / О.А. Лебедева, В.Е. Гозбенко, С.К. Каргапольцев. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 1 (61). С. 112-118.
2. **Полтавская, Ю.О.** Сегмент городской улицы при оценке качества функционирования городского общественного пассажирского транспорта / Ю.О. Полтавская, А.Ю. Михайлов В сборнике: Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки. Материалы 8 молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Научно-издательский центр «Открытие». 2015. С. 40-44.
3. **Лебедева, О.А.** Оптимизация маршрутной сети городского общественного транспорта / О.А. Лебедева. Вестник Ангарского государственного технического университета. 2018. № 12. С. 185-188.
4. **Лебедева, О.А.** Транспортная инфраструктура как основополагающий фактор эффективного функционирования экономики страны / О.А. Лебедева, Ю.О. Полтавская, З.Н. Гаммаева, Т.В. Кондратенко. Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2018. Т. 1. № 15. С. 125-130.
5. **Лебедева, О.А.** Классификация моделей, применяемая к грузовым системам/ О.А. Лебедева, А.Ю. Михайлов. Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 1. С. 248-251.
6. **Лебедева, О.А.** Сравнительный анализ моделей прогнозирования спроса на грузовые перевозки / О.А. Лебедева. Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 19. С. 108-114.
7. **Лебедева, О.А.** Транспортное планирование в рамках интеграции моделей землепользования и оценки спроса / О.А. Лебедева. Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 19. С. 103-107.