

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

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РАМКАХ ИНТЕГРАЦИИ МОДЕЛЕЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СПРОСА

Lebedeva O.A.

TRANSPORT PLANNING FOR LAND-USE INTEGRATION AND DEMAND ASSESSMENT

Аннотация. Это исследование направлено на транспортное планирование, основанное на интеграции моделей. Проведенное исследование доказывает, что мера доступности может быть применена в качестве переменной при выборе места жительства. Результаты показывают, что этот показатель является очень значимой переменной в модели. В частности, логарифмическая сумма выбора места назначения в модели деятельности демонстрирует, что при увеличении транспортной доступности население имеет возможность рассматривать для приложения труда более отдаленные районы за счет рациональной оценки спроса, и снижения транспортных затрат.

Ключевые слова: модель, транспорт, землепользование, городское планирование, доступность.

Abstract. This article focuses on transport planning based on model integration. The study demonstrates the use of an activity-based measure of affordability as a variable in the choice of residence. The results show that this indicator is a very significant variable in the model. In particular, the logarithmic sum of destination choice in the activity choice model demonstrates that with increasing accessibility, the population has the opportunity to consider more remote areas for the application of labor due to a rational assessment of demand, and reducing transportation costs.

Keywords: model, transport, land use, urban planning, accessibility.

В процессе проведения транспортных исследований используют краткосрочное и долгосрочное планирование. Долгосрочное транспортное планирование включает выбор последовательности объезда, времени и способов передвижения. Краткосрочное планирование проводится в режиме реального времени, как ответ на изменение времени поездок. К фундаментальным данным относят мобильность и образ жизни населения (место жительства, занятость, наличие личного транспорта). Долгосрочные решения являются ключевыми, влияя на пространственный аспект и возможные перспективы. Краткосрочные и долгосрочные процессы принятия решений связаны друг с другом. Ключевое различие между ними заключается в том, что краткосрочные решения включают в себя фиксированный набор ресурсов и ограничений (парк транспортных средств, место приложения труда и отдыха населения), тогда как долгосрочные решения направлены на изменение текущих ресурсов или ограничения (покупка или продажа транспортных средств, миграция населения). Понимание процессов, происходящих в городском пространстве, является основой для разработки политики планирования, которая сократит время в пути, а также количество индивидуального транспорта.

Моделирование, основанное на видах деятельности, рассматривает поездки как спрос относительно мест приложения труда. Следовательно, выбор поездок в таких моделях является частью процесса планирования деятельности, учитывающего индивидуальные временные и пространственные ограничения [1]. Эти модели отражают полную картину деятельности человека и могут учитывать компромиссы между различными видами деятельности и альтернативами поездками в повседневной деятельности.

В статье рассмотрены поведенческие модели в поездках, основанные на деятельности, которые должны быть интегрированы с долгосрочными решениями, такими как выбор места жительства и приложения труда, для понимания потенциального влияния транспортного планирования. Соответственно, основная цель исследования состоит в том, чтобы расширить и интегрировать общую структуру модели, основанной на деятельности, для представления взаимосвязи между долгосрочными индивидуальными решениями (выбор места жительства, повседневная деятельность, транспортное поведение). В частности, демонстрируется использование показателя доступности на основе деятельности в качестве переменной при выборе зоны проживания, таким образом выступая как связующее звено между краткосрочной активностью (транспортные передвижения), с одной стороны, и долгосрочными решениями (выбор места проживания) с другой.

Доступность отражает ожидаемую максимальную полезность модели, основанной на землепользовании. Она представляет собой доступ человека к различным видам деятельности для изучения влияния на долгосрочные переменные землепользования, таких как выбор места проживания и приложения труда. Объединив модель спроса на поездки, основанную на деятельности, с моделью выбора места жительства, доступность была определена как ожидаемое значение максимальной полезности человека среди доступных вариантов деятельности при заданном месте проживания. Это определение позволяет одному населенному пункту в зависимости от его характеристик иметь разную доступность для анализируемой категории населения.

В рамках интегрирования моделей можно объединить различные типы поездок в единую меру активности, отражая влияние планирования и цепочки поездок на доступность и количественно оценивая различные воздействия на важные сегменты. Ключевое преимущество такого варианта моделирования заключается в том, что деятельность рассматривается эндогенно с помощью микроэкономического подхода, основанного на модели, показанной на рисунке 1.

Модель разработана как система логит-моделей и предполагает наличие иерархии компонентов. На высшем уровне модель определяет основные виды деятельности населения, проживающего в этой зоне. Если население задействовано в каких-либо мероприятиях вне места проживания, модель выбора пунк-

та назначения оценивает зону этой деятельности. Затем следует модель выбора графиков работы, которая оценивает графики поездок для этой деятельности. Полный набор переменных логарифмической суммы связывает эти подмодели. Методология направлена на установление взаимосвязи между долгосрочным и краткосрочным планированием.

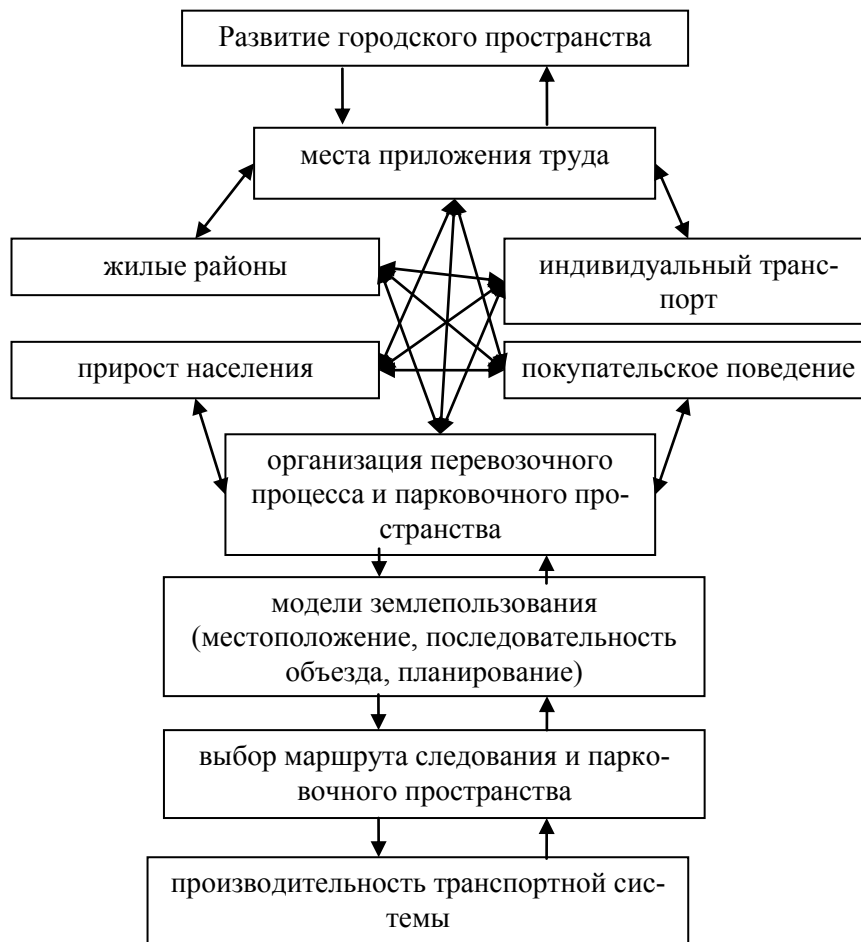


Рисунок 1- Расширенная модель транспортного моделирования с учетом землепользования

Подмодели оцениваются с использованием модели дискретного выбора, включающей три полиномиальные модели: выбор вида транспорта, выбор пункта назначения и выбор места жительства; основным выбором деятельности является вложенная логит-модель. Модель выбора места жительства оценивает вероятность того, что человек проживает в определенной зоне движения. Выбор места жительства следует моделировать как решение на основе двухэтапного процесса, в котором сначала определяется группа зон для создания меньшего набора областей, из которых можно выбирать на последующем

этапе. В рамках упрощения, место жительства моделируется на индивидуальном уровне с использованием одноэтапной полиномиальной логит-модели [2].

В полиномиальной модели выбора места жительства полезность места проживания определяется как:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где U_i – полезность жилого варианта i для данной зоны; V_i – систематическая составляющая; ε_i – случайная составляющая.

Систематическая составляющая полезности может быть записана как:

$$V_i = B' + X_i, \quad (2)$$

где X_i – вектор атрибутов для альтернативных вариантов i , некоторые из которых взаимодействуют с характеристиками зоны; B – вектор коэффициентов.

Одной из переменных в этой модели является переменная логарифмической суммы из модели видов деятельности, представляющую общую доступность зоны для населения.

Вероятность того, что будет выбрана альтернатива i , равна:

$$p(i) = \frac{\exp(\mu V_i)}{\sum \exp(\mu V_i)}, \quad (3)$$

где μ – параметр масштаба; L – множество доступных вариантов.

Модели выбора пункта назначения и маршрута движения также являются полиномиальными логит-моделями, использующими ту же схему. Основная модель деятельности – это вложенная логит-модель. На верхнем уровне модель оценивает вероятность нахождения населения по месту проживания. Нижний уровень оценивает вероятность того, что основная деятельность будет связана с работой, образованием, приобретением товаров народного потребления.

Процесс определения основной деятельности в модели можно выразить следующим образом:

$$P_i = \frac{\frac{v_i}{e^{\lambda_k}} \left(\frac{v_j}{\sum_{j \in B_k} e^{\lambda_k}} \right)^{\lambda_k - 1}}{\sum_{i=1}^K \left(\frac{v_j}{\sum_{j \in B_k} e^{\lambda_k}} \right)^{\lambda_k}} \quad (4)$$

где λ_k – параметр, измеряющий степень независимости ненаблюдаемых факторов среди альтернатив в одном варианте k .

Цель исследования состоит в установлении возможности использования показателей интегрированных моделей в качестве связующего звена между краткосрочным и долгосрочным планированием.

Основное предположение заключается в том, что долгосрочное планирование включая данные о мобильности, месте жительства, влияет на повседневную активность и характер поездок. Краткосрочное планирование включают выбор вида транспорта и основные пункты назначения. Таким образом, расширение методологической базы позволяет понять модели видов деятель-

ности населения и пространственные решения, что, в свою очередь, может помочь оценить влияние в области транспорта и землепользования.

Модель, основанная на видах деятельности, включает четыре подмодели: вид транспорта; направление поездок; вид деятельности; выбор места жительства. Такая система предполагает иерархию выбора: места жительства; вида деятельности; пункта назначения; варианта передвижения. Полный набор логарифмических сумм гарантирует, что на решения более высокого уровня также влияет доступность решений более низкого. Все переменные логарифмической суммы статистически значимые. Переменная логарифмической суммы из модели выбора пункта назначения показывает, что зоны с высокой доступностью с большей вероятностью будут выбраны в качестве пунктов назначения. Логарифмическая сумма выбора места назначения в модели деятельности отражает, что население с большей вероятностью будет участвовать в мероприятиях вне зоны проживания по мере увеличения доступности. Очень значимая логарифмическая сумма выбора деятельности, долгосрочный элемент показывает большое влияние доступности деятельности на выбор жилого района. Отмечено, что размер семьи, приводит к выбору более удаленных от центра районов из-за потребности в жилищных условиях большей квадратуры.

Оптимизация работы городского транспорта общего пользования должна основываться на планировании, включающем приоритетное использование полос движения на улично-дорожной сети, уменьшение интервалов движения и достижение связности различных районов посредством различных видов транспорта, что является актуальной задачей. Сочетание землепользования и оптимизация общественного транспорта, являются ключевыми аспектами.

Представленная модель важна для дальнейшей разработки моделей долгосрочного планирования. Для внедрения интегрированной структуры необходимо определить структуру подмоделей; динамику изменения во времени; процесс выбора места жительства; и корреляцию между зонами и ограничениями. Проверка модели должна быть заложена как часть процесса планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Антонов, Д. В.** Основные принципы развития транспортных систем городов / Д. В. Антонов, О. А. Лебедева // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. С. 149-155.
2. **Glickman, I.** Integrating activity-based travel-demand models with land-use and other long-term lifestyle decisions / I. Glickman, R. Katoshevski-Cavari, R. Ishaq, Y. Shiftan // The Journal of Transport and Land Use Vol. 8 No. 3, 2015, pp. 71–93.