Data Needs, Data Collection, and Data Quality Requirements of Activity-Based Transport Demand Models

Theo Arentze, Harry Timmermans, Frank Hofman and Nelly Kalfs

«Потребности в данных, сбор данных и требования к качеству данных для моделей транспортного спроса, основанных на анализе видов деятельности»

Работа вышла в **1997** году в материалах конференции Transportation Research Board в Грайнау (Германия)

Аннотация

Недавние изменения в политике и методологические усовершенствования привели к появлению новых подходов к моделированию, которые становятся все более сложными в сфере транспортных исследований. Некоторые из этих подходов требуют новых типов данных. Более того, растущая сложность этих моделей часто подразумевает необходимость в более подробных данных, что предъявляет повышенные требования к респондентам. В этой статье речь идет о моделях, основанных на анализе деятельности. В ней описываются данные, необходимые для оценки таких моделей, обсуждаются возможные подходы к сбору данных и формулируются требования к их качеству. Выводы, представленные в этой статье, в значительной степени основаны на результатах двух проектов, реализованных по заказу Министерства транспорта, общественных работ и водного хозяйства Нидерландов. В рамках одного из них изучались валидность, надежность и качество альтернативных способов сбора данных с помощью дневников. Другой проект, который все еще продолжается, связан с моделью, основанной на анализе деятельности, под названием ALBATROSS.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно транспортные модели в основном использовались для прогнозирования или оценки транспортного спроса и пропускной способности в зависимости от распределения жилой застройки, рабочих мест и объектов инфраструктуры, а также характеристик транспортной системы. Традиционная четырехшаговая методология транспортного моделирования включала в себя прогнозирование формирования транспортного спроса, выбор пункта назначения, вида транспорта и маршрута. Объясняющие переменные в таких моделях в основном ограничивались характеристиками домохозяйств, характеристиками пунктов назначения и характеристиками транспортной системы. Кроме того, теоретическая база традиционных моделей была относительно слабой. Традиционные гравитационные модели и модели, основанные на максимизации энтропии, по сути, представляли собой попытку описать наблюдаемые транспортные потоки с помощью статистических принципов или концепций, заимствованных из физики, но не имели под собой убедительной поведенческой основы. Модели дискретного выбора, разработанные в 1970-х и 1980-х годах, в этом отношении более удачны, если исходить из того, что выбор вида транспорта, пункта назначения и маршрута обусловлен стремлением максимизировать полезность или, по крайней мере, что принцип максимизации полезности является адекватным отражением индивидуального процесса принятия решений.

Независимо от занимаемой позиции, недавние изменения в политике, развитии теории и моделировании в целом привели к появлению новых классов моделей спроса на перевозки, которые объединяет возросшая сложность. Стало понятно, что наблюдаемые транспортные потоки являются отражением моделей деятельности людей и что на них влияет не только транспортная политика, но и пространственная и социально-экономическая политика, а также меняющийся институциональный контекст. Следовательно, объясняющие переменные в транспортных моделях, которые традиционно в основном ограничивались характеристиками транспортной системы, стали недостаточными. Приведем несколько примеров. Традиционные модели не включают в себя какой-либо механизм для прогнозирования влияния распределения обязанностей в семье на транспортный спрос внутри домохозяйств. Кроме того, в них часто нет компонентов для оценки влияния на транспортный спрос институциональных изменений, таких как изменение часов работы магазинов или внедрение гибкого графика работы. В лучшем случае разработчики моделей могут создавать сценарии или подмодели, внешние по отношению к основной транспортной модели, что, как правило, приводит к несогласованности в системе моделирования.

Чтобы избежать этих проблем, некоторые разработчики моделей выступают за использование моделей, основанных на видах деятельности (activity-based models). Такие модели пытаются спрогнозировать, какие виды деятельности осуществляются, где, когда, как долго, совместно с кем и с использованием каких видов транспорта — если он вообще используется. В принципе, преимущество таких моделей заключается в том, что различные факторы, влияющие на спрос на транспортные услуги, учитываются комплексно. Однако за это потенциальное преимущество приходится расплачиваться возросшими требованиями к объёму данных, поскольку теперь нужны данные не только о транспортных потоках, но и о моделях поведения, описываемых с точки зрения различных аспектов выбора.

Транспортная политика сама по себе изменилась и стала более сложной. Традиционная политика, направленная на увеличение пропускной способности, дополнилась более эффективным управлением и использованием имеющихся ресурсов. Следовательно, необходимо прогнозировать реакцию пользователей на информационные системы, системы навигации и т. п. Это означает, что традиционные модели, предсказывающие выбор конкретной альтернативы (вида транспорта, пункта назначения, маршрута), уже не отвечают этим меняющимся потребностям, поскольку новая политика требует прогнозирования времени принятия решений и продолжительности различных видов деятельности. Таким образом, эти изменения в транспортной политике побудили к усилиям по разработке и применению таких типов моделей, как модели с оценкой риска (hazard models) и упорядоченные логит-модели (ordered logit models), которые до недавнего времени в транспортных исследованиях практически не изучались. Поскольку эти модели основаны на данных о продолжительности, требуются данные, отличные от тех, которые традиционно собираются в рамках транспортных исследований.

Еще одним фактором, усложняющим модели транспортного спроса, является осознание того, что принцип максимизации полезности может оказаться недостаточным для объяснения сложных **взаимосвязей между пространственной средой, транспортной системой, институциональным контекстом и индивидуальными предпочтениями, мотивами и адаптивными поведенческими стратегиями.** Во многих научных дисциплинах, в том числе в исследованиях в области транспорта, все больше ученых изучают эвристические методы (эвристики)[1], которые люди используют, чтобы адаптироваться к меняющимся условиям. Эти эвристические методы часто зависят от контекста. С точки зрения моделирования, этот сдвиг в теоретических основах моделей транспортного спроса означает, что на смену одному вероятностному уравнению приходит набор качественных,

[1] **Heuristics** — эвристики: упрощённые правила или приёмы, которые помогают принимать решения или строить прогнозы, когда нет строгого алгоритма. В транспортном моделировании это могут быть эмпирические правила о поведении людей (например, «люди обычно выбирают ближайший маршрут» или «при сильной загруженности выбирают общественный транспорт»).

зависящих от контекста логических выражений, что опять же существенно повышает сложность модели. Поскольку эти эвристические методы сложно вывести из реальных наблюдений за транспортными потоками, этот сдвиг в теории привел к необходимости изучения качественных методов сбора данных.

Наконец, развитие моделирования в целом подготовило почву для разработки конкретных моделей в сфере транспортных исследований. Если крупный прорыв в дискретном многомерном анализе[2] в 1970-х годах стимулировал разработку и применение мультиномиальных логит-моделей[3] в транспортных исследованиях в 1970–1980-х годах, то недавние достижения в анализе панельных данных[4] и данных об истории событий[5] побудили исследователей в области транспорта применять модели, основанные на панельных данных и данных об истории событий, а не на кросс-секционных (поперечных) данных[6]. Поскольку сбор панельных данных и данных об истории событий сопряжен с большими трудностями и затратами, чем сбор кросс-секционных данных, усложнение моделирования привело к возникновению новых проблем, связанных со сбором данных.

Таким образом, недавние изменения в политике, теоретические сдвиги и методологические достижения привели к появлению новых подходов к моделированию, которые становятся все более сложными в сфере транспортных исследований. Такая возросшая сложность часто требует использования различных видов данных и более детальной их проработки. Цель этой статьи — определить конкретные потребности в данных для таких моделей, выявить возможные методы сбора этих данных и обсудить некоторые требования к их качеству. Особое внимание будет уделено моделям, основанным на анализе деятельности. Разумеется, в конечном счете потребности в данных и требования к их качеству определяются конкретной моделью, которую планируется разработать. Наши наблюдения относительно моделей, основанных на анализе деятельности, во многом основаны на результатах двух проектов, реализованных для Министерства транспорта, общественных работ и водного хозяйства Нидерландов. Один из проектов был посвящен изучению валидности, надежности и качества данных, полученных альтернативными способами сбора информации из дневников. Другой проект, который все еще продолжается, направлен на разработку модели, основанной на анализе деятельности, под названием ALBATROSS.

С этой целью статья построена следующим образом. В четырех разделах мы сначала кратко рассмотрим принципы, лежащие в основе моделирования на основе деятельности. Затем мы обсудим потребности в данных, возможные методы сбора данных и требования к их качеству. Наконец, мы подведем итоги.

МОДЕЛИ, ОСНОВАННЫЕ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Модели, основанные на моделировании деятельности, описывают, какие виды деятельности люди выбирают, где, когда, как долго и с кем; какие виды транспорта при этом используются, если

---

[2] **Discrete multivariate analysis** (дискретный многомерный анализ) — методы статистики для работы с несколькими дискретными (категориальными) переменными одновременно. В 1970-х это дало толчок развитию моделей, где выбор — это набор категорий (например, выбор вида транспорта: автобус, метро, машина).

[3] **Multinomial logit models** (мультиномиальные логит-модели) — распространённый класс моделей для прогнозирования выбора из нескольких вариантов. В транспортной науке их активно использовали в 1970–1980-х, чтобы предсказывать, какой вид транспорта выберет человек.

[4] **Panel data** (панельные данные) — наблюдения за одними и теми же объектами (например, людьми или домохозяйствами) в разные моменты времени. Они позволяют учитывать индивидуальные различия и динамику.

[5] **Event history data** (данные об истории событий) — данные о том, когда и при каких условиях происходят события (например, когда человек впервые купил автомобиль или сменил место жительства). Для них есть специальные статистические модели (типа моделей выживаемости).

[6] **Cross-sectional data** (кросс-секционные/поперечные данные) — однократные наблюдения по разным объектам в один момент времени (например, опрос 1000 человек в одном месяце). Они проще, но не показывают динамику и могут давать менее точные выводы о поведении.

таковые имеются; как планируется эта деятельность с учетом местоположения и характеристик потенциальных пунктов назначения, состояния транспортной сети, особенностей институционального контекста, а также личных и семейных характеристик. На протяжении многих лет предлагалось множество различных теоретических подходов и методов моделирования (например, Carpenter and Jones, 1983; Jones, 1990; Ettema and Timmermans, 1997). Каждый из этих подходов к моделированию требует определенных данных. Хотя эти подходы можно классифицировать по-разному, для наших целей подходит следующая классификация.

Подход, основанный на ограничениях, в первую очередь направлен на определение возможных графиков деятельности с учетом различных пространственно-временных и институциональных ограничений. Были разработаны и применены имитационные модели, демонстрирующие, что определенные модели деятельности становятся невозможными из-за таких мер, как закрытие школ и сокращение времени работы предприятий сферы услуг (например, Lenntorp, 1976; Huigen, 1986). На вход этих моделей подаются программы деятельности, описывающие набор действий определенной продолжительности, которые выполняются в определенное время. Эти программы деятельности обычно составляются на основе наблюдаемых моделей деятельности. Пространственно-временная среда определяется через местоположения, их характеристики, доступные виды транспорта и время в пути между этими местоположениями для каждого вида транспорта. Чтобы оценить реализуемость определённой программы деятельности, используют комбинаторный алгоритм, который генерирует все возможные последовательности видов деятельности. Целесообразность каждой последовательности проверяется следующим образом: (i) проверяется, достаточно ли интервала между временем окончания предыдущего вида деятельности и временем начала следующего для выполнения этого вида деятельности и покрытия связанного с ним времени в пути; (ii) проверяется, может ли деятельность начаться раньше самого раннего возможного времени начала и завершиться до самого позднего возможного времени окончания; и (iii) проверяется, не нарушаются ли условия, касающиеся последовательности видов деятельности. Количество возможных графиков выполнения видов деятельности при таком подходе к моделированию часто используется как показатель гибкости пространственно-временной среды.

Второй подход к моделированию основан на *моделях, основанных на полезности*. В них основное внимание уделяется прогнозированию моделей деятельности на основе принципов поведения, направленного на максимизацию полезности. Хотя в некоторых более ранних попытках для моделирования индивидуального выбора на последовательных этапах цепочки видов деятельности использовались методы Монте-Карло (например, Kreibach, 1979; Sparmann, 1980; Swiderski, 1982; Schmiedel, 1984), а также разрабатывались агрегированные модели для однородных групп с одинаковым местоположением и цепочкой видов деятельности (например, Kutter, 1984; PTV, 1987; Fellendorf et al.,1997), доминирующим типом моделей в рамках этого подхода стали модели дискретного выбора. Основной поведенческой единицей стали не отдельные поездки, а повседневные модели деятельности. Например, Адлер и Бен-Акива (Adler and Ben-Akiva, 1979) предположили, что люди оценивают несколько полных моделей видов деятельности на один день и выбирают ту, которая максимизирует их полезность. Предполагается, что полиномиальная логит-модель предсказывает выбор модели деятельности с учетом таких переменных, как количество поездок и туров с различными целями, общая протяженность поездок на разных видах транспорта, посещенные места, время, затраченное на различные виды деятельности, а также социально-демографические характеристики. В более позднем исследовании Бен-Акива и Боуман (Ben-Akiva and Bowman, 1995) предлагают разбить процесс планирования деятельности на ряд частичных решений, которые встроены в иерархическую структуру вложенных логит-моделей. Пожалуй, самой общей моделью в рамках этого подхода, основанного на теории полезности, является STARCHILD (Recker et al., 1986a, 1986b). В этой модели

участие в различных видах деятельности рассматривается как индивидуальный процесс выбора с ограничениями, зависящий от результатов планирования и распределения видов деятельности. Планирование и распределение видов деятельности происходит постоянно в течение длительного времени, однако этап реализации удобно представить в виде повседневного распорядка, в рамках которого осуществляется выбор конкретных видов деятельности и их планирование. После нескольких этапов предварительной обработки окончательный выбор формулируется как задача максимизации полезности повседневного распорядка с учетом полученного набора вариантов.

Третий подход к моделированию на основе видов деятельности — это *подход, основанный на правилах*. Эти модели включают в себя набор правил вида «ЕСЛИ <условие> ТО <действие>», которые используются для имитации моделей деятельности. Правила могут касаться приоритетности видов деятельности, пространственной близости между ними, а также подразумеваемого времени ожидания в расписании. В результате получается последовательность видов деятельности, выполняемых в определенных местах, и маршрут между этими местами. Примером может служить программа SCHEDULER (Garling et al., 1989), хотя следует отметить, что эта модель не является полностью функциональной, а представляет собой в первую очередь концептуальную основу для понимания того, как люди организуют свою деятельность. Согласно теории Хейса-Рота и Хейса-Рота (Hayes-Roth and Hayes-Roth, 1979), предполагается, что индивиды и домохозяйства стремятся **достичь определенных целей**. Виды деятельности определяются как средства, которые предоставляет окружающая среда для достижения этих целей. Индивиды и домохозяйства имеют представление о том, насколько те или иные виды деятельности способствуют достижению их целей. Эти представления определяют их предпочтения в отношении видов деятельности. Выбор видов деятельности определяется этими предпочтениями в сочетании с ранее взятыми на себя обязательствами, ограничениями и т. п. Планирование определяется как процесс принятия решения о том, как реализовать набор вариантов выбора видов деятельности в течение определенного временного цикла. Это взаимосвязанный набор решений, принимаемых человеком во взаимодействии с другими (членами семьи) о том, кто будет участвовать в рассматриваемых видах деятельности, где, когда и как долго, а также о том, как перемещаться между местами, где эта деятельность может осуществляться. Модель предполагает, что основной целью является соблюдение графика, а второстепенной — минимизация времени на дорогу. На вход модели подаётся список видов деятельности, которые необходимо осуществить, карта местности с доступными местами для выполнения этой деятельности и доступные временные интервалы для различных ее видов. Другой пример модели, основанной на правилах, описан в работе Vause (1997). К этой категории относится и ALBATROSS.

Данная классификация подходов к моделированию является условной. В последнее время все большее внимание уделяется гибридным формам. Например, модель SMASH (Ettema et al., 1994, 1997) была разработана для объединения моделей, основанных на правилах, и моделей дискретного выбора. Согласно этой модели, процесс планирования деятельности представляет собой последовательный процесс формирования последовательности действий. На каждом этапе в расписание, которое в начале процесса пустое, можно внести одно из следующих изменений: (i) добавить вид деятельности в расписание; (ii) удалить вид деятельности из расписания; (iii) заменить вид деятельности из расписания видом деятельности из списка текущих задач; (iv) остановить процесс планирования. Для каждого из этих вариантов предусмотрены зависящие от времени функции полезности. На каждом этапе выбирается вариант с наибольшей полезностью. Путем многократного применения одного из этих базовых действий расписание корректируется до тех пор, пока не будет сформирован оптимальный вариант. В расписание включается только информация о местоположении и последовательности видов деятельности. На каждом этапе планирования компонент, основанный на правилах, создает все возможности для выполнения базовых действий. Например, в случае замещения все виды деятельности из расписания могут быть заменены всеми видами деятельности из списка текущих задач, которые можно вставить в любое

место в последовательности. Из всех возможных вариантов выполняется действие, приносящее наибольшую пользу. Ещё один пример — AMOS (Kitamura et al., 1995), в которой нейронные сети используются для вывода правил, определяющих имитацию моделей активности[7].

ПОТРЕБНОСТЬ В ДАННЫХ

Таким образом, модели, основанные на анализе видов деятельности, сильно различаются по теоретическим основам, подходам к моделированию и сложности. По сути, эта область исследований представляет собой набор различных подходов к моделированию, а не единую, полностью проработанную модель. Более того, каждый подход к моделированию может быть дополнен новыми элементами. Следовательно, невозможно дать однозначный ответ на вопрос о том, какая информация необходима для оценки и применения моделей, основанных на анализе видов деятельности. Ответ будет зависеть от конкретного подхода к моделированию и области применения. Поэтому на рисунке 1 перечислены лишь типичные потребности в данных для моделей, основанных на ограничениях, полезности и правилах.

Это отражает наше понимание доминирующих на данный момент аспектов этих подходов к моделированию, а не идеальную ситуацию.

Как мы уже отмечали, цель полноценной модели, основанной на анализе видов деятельности, — спрогнозировать, какие виды деятельности будут осуществляться, где, когда, как долго, с кем и с использованием какого вида транспорта. Следовательно, это общее описание определяет, какие данные нам нужны. Прежде всего, нужны данные ***о видах деятельности***. Как мы увидим далее, есть эмпирические данные, указывающие на то, что данные о видах деятельности следует собирать с относительно высокой степенью детализации. Как минимум, нужны данные о видах деятельности, которыми люди занимаются вне дома. Чем детальнее модель, тем более подробной должна быть разбивка по видам деятельности. Эти данные необходимы для всех подходов к моделированию.

Это справедливо и для второго измерения — пространственного, или местоположения видов деятельности. Если учитывать реальные транспортные потоки, потребуются геокодированные данные о землепользовании и расположении различных объектов, где можно осуществлять те или иные виды деятельности. Поскольку модели, основанные на анализе видов деятельности, обычно предсказывают, какие именно ***локации*** будут выбраны из набора возможных, потребуются также данные о привлекательности этих локаций. Поскольку модели, основанные на анализе видов деятельности, охватывают множество различных видов деятельности, определение привлекательности локаций также включает в себя широкий спектр переменных. Например, в случае с торговыми центрами важны такие переменные, как площадь, цена, количество парковочных мест, атмосфера, ассортимент и качество обслуживания. Однако многие из этих переменных менее актуальны для определения привлекательности локаций для проведения досуга. Таким образом, многие переменные, определяющие привлекательность локаций, должны быть привязаны к конкретному виду деятельности. Некоторые модели, основанные на анализе видов деятельности, такие как модели, основанные на ограничениях и правилах, учитывают влияние ограничений на поведение. Для таких моделей, помимо прочего, требуются данные об установленных ограничениях, таких как часы работы магазинов, гибкий график, юридические аспекты и т. д.

Третий аспект связан ***со временем***. Модели, основанные на анализе деятельности, учитывают время принятия решений о поездках. Следовательно, необходимо собирать данные о времени начала и окончания, а значит, и о продолжительности видов деятельности и связанных с ними

[7] a**ctivity patterns** (модели/паттерны активности) — типичные схемы поведения: например, «дом → работа → магазин → дом» или «дом → спортзал → кафе → дом». Модель воспроизводит такие цепочки и их вариативность для разных групп людей.

поездок. Модели, основанные на ограничениях и правилах, как правило, более детально учитывают время принятия решений и, следовательно, требуют более подробного учета временного аспекта по сравнению с моделями, основанными на полезности.

Следующий аспект касается вопроса «***с кем***», хотя следует отметить, что нам не известно ни об одной модели, которая действительно учитывала бы этот аспект. Однако если этот аспект будет включен в модель, то его реализация не вызовет затруднений: необходимо собрать данные о том, кто участвует в различных видах деятельности/эпизодах, по крайней мере среди членов семьи/домохозяйства.

Последний аспект — ***вид транспорта*** — подразумевает сбор данных о том, какой вид транспорта используется для осуществления различных видов деятельности. Поскольку часто приходится прогнозировать выбор между конкурирующими видами транспорта, необходимо также собирать данные о переменных, отражающих их привлекательность. Например, можно учитывать стоимость, частоту движения, комфорт, время в пути и другие часто используемые показатели привлекательности.

Упомянутые выше аспекты являются основными критериями выбора, лежащими в основе моделей, основанных на анализе видов деятельности. В зависимости от конкретного подхода к моделированию потребуются данные по каждому из этих параметров. В частности, все три выявленных подхода к моделированию требуют данных о видах деятельности, местоположении и видах транспорта.

Кроме того, подходы, основанные на ограничениях и правилах, требуют (более подробной) информации о временном факторе и ограничениях, а для последних подходов к моделированию могут также потребоваться данные о транспортной компании. Концептуальные основы, лежащие в основе всех моделей, учитывающих различные виды деятельности, предполагают, что участие в различных видах деятельности и вовлеченность в них часто связаны с личными и семейными характеристиками, а также с характеристиками физической среды, институционального контекста и транспортной системы. Следовательно, в большинстве случаев необходимо собирать данные о таких характеристиках. На рисунке 1 приведено несколько примеров. Кроме того, некоторые исследователи обсуждают возможность объединения моделей, учитывающих различные виды деятельности, с моделями, описывающими более долгосрочные решения, такие как выбор места жительства, работы, автомобиля и т. д. Если вы придерживаетесь этой идеи, вам потребуется собрать дополнительные данные.

Особое внимание следует уделить распределению задач внутри домохозяйств и их взаимозаменяемости. Хотя почти ни в одной из существующих моделей, основанных на анализе видов деятельности, эти компоненты не учитываются, они, тем не менее, важны для понимания структуры деятельности. Таким образом, если вы включаете эти компоненты в свою модель, вам потребуются данные о распределении задач и их взаимозаменяемости.

DATA	CONSTRAINTS-BASED MODELS	UTILITY-BASED MODELS	RULE-BASED MODELS
CHOICE DIMENSIONS			
ACTIVITIES	X	X	X
LOCATION	X	X	X
TIME			
- START TIME	X		X
- DURATION	X		X
- END TIME	X		X
WITH WHOM			X
TRANSPORT MODE	X	X	X
EXPLANATORY FACTORS			
INSTITUTIONAL CONTEXT			
- OPENING HOURS	X		X
- LEGAL ISSUES			X
- POLICIES	X	X	X
SPATIAL ENVIRONMENT			X
- LOCATION	X	X	X
- LAND USE	X	X	X
- ATTRACTIVENESS		X	X
TRANSPORTATION SYSTEM			
- NETWORK	X	X	X
- TRAVEL TIMES	X	X	X
- FREQUENCY		X	X
- COSTS		X	X
- # OF TRANSFERS		X	X
- COMFORT		X	X
OTHER			
- TASK ALLOCATION			X
- SUBSTITUTION			X
- SOCIODEMOGRAPHICS	X	X	X

FIGURE 1 Data needs of activity-based models.

СБОР ДАННЫХ

Определив информационные потребности при разработке моделей, основанных на анализе деятельности, мы задались вопросом о том, как собирать эти данные. На рисунке 2 перечислены различные возможные методы сбора данных, которые можно использовать для получения информации о критериях выбора и объясняющих факторах, лежащих в основе моделей транспортного спроса, основанных на анализе деятельности. Из рисунка следует, что наиболее подходящими методами сбора данных о моделях активности являются ведение дневников, интерактивные компьютерные эксперименты и совместные эксперименты. Мы расскажем, как можно использовать эти методы.

Опыт применения двух последних методов пока ограничен. Более того, сравнительные методологические исследования полностью отсутствуют. Напротив, использование дневников стало более распространенным, и в нескольких исследованиях была собрана эмпирическая информация, позволяющая нам обсудить плюсы и минусы конкретных операционных решений, таких как тип дневника, временной горизонт и способ ведения записей. В частности, мы обсудим потенциальные преимущества дневников по сравнению с опросниками, а также последствия различных подразумеваемых операционных решений. Далее мы кратко рассмотрим интерактивные компьютерные эксперименты и совместные эксперименты, но этот раздел не претендует на полноту охвата темы. Более подробное обсуждение можно найти в других источниках (Ettema et al., 1996).

DATA	METHODS OF DATA COLLECTION
ACTIVITIES	■ Activity or trip diary ■ Interactive computer experiments ■ Conjoint experiments
LOCATION	Geocoded survey of potential destinations
TIME	Element of diary or other chosen method to record activities
- START TIME	
- DURATION	
- END TIME	
WITH WHOM	Element of diary or other chosen method to record activities
TRANSPORT MODE	Element of diary or other chosen method to record activities
FUNCTION OF	
INSTITUTIONAL CONTEXT	Fieldwork and scenario development
- OPENING HOURS	
- LEGAL ISSUES	
- POLICIES	
SPATIAL ENVIRONMENT	Existing databases, combined with remote sensing/field work
- LOCATION	
- LAND USE	
- ATTRACTIVENESS	
TRANSPORTATION SYSTEM	Existing databases, combined with remote sensing/fieldwork
- NETWORK	
- TRAVEL TIMES	
- FREQUENCY	
- COSTS	
- # OF TRANSFERS	
- COMFORT	
OTHER	
- TASK ALLOCATION	■ Questionnaire
- SUBSTITUTION	■ In-depth interview ■ Decision table or other knowledge acquisition method ■ Full assignment conjoint experiment

FIGURE 2 Possible methods of data collection.

ДНЕВНИКИ

В этом разделе мы обсудим потенциальные преимущества сбора данных с помощью дневников для построения моделей, основанных на деятельности, а также различные практические решения, которые следует принимать при сборе таких данных. Это обсуждение основано на кабинетных исследованиях, дополненных нашим недавним опытом сбора данных с помощью четырех различных дневников в Нидерландах. Мы обсудим следующие практические решения: опросник или дневник, тип дневника, временной горизонт, период вспоминания, частота, время, тип интервала, форма проведения опроса и форма инструментария. Следует подчеркнуть, что из этого обсуждения может сложиться впечатление, что эти практические решения в значительной степени независимы друг от друга, но это не так. Исследователи обычно сталкиваются с необходимостью поиска компромиссов, и, более того, решение, принятое в отношении одного аспекта, может повлиять на принятие решений по другим аспектам. Прежде чем перейти к обсуждению этих практических решений, мы поговорим о том, чем дневники отличаются от опросников, ориентированных на описание среднестатистического дня.

ВОПРОСНИК ПРОТИВ ДНЕВНИКА

Вопросник долгое время был основным методом сбора данных в исследованиях в области транспорта. Однако утверждалось, что формат вопросника, ориентированный на описание среднестатистического дня, может привести к занижению количества поездок. В частности, накоплено достаточно доказательств того, что опросы о поездках занижают количество поездок вне часов пик, не связанных с возвращением домой, и поездок небольшой продолжительности (например, Meyburg and Brög, 1981; Koppelman, 1981; Robinson, 1985; Dijst, 1993).

Таким образом, Стофер (Stoper, 1992) утверждал, что дневник деятельности превосходит дневник поездок и опросы о поездках в том смысле, что в нём не замалчиваются короткие поездки вне дома. Это согласуется с выводами Кларка и др. (Clarke et al., 1981), которые сообщили, что дневник деятельности показал значительно более высокий уровень совершаемых поездок, чем опрос о поездках (на 13–16 % выше). Обязательные цели поездок существенно не различались в зависимости от метода сбора данных. Наибольшие различия наблюдались в отношении необязательных поездок. Аналогичные различия в степени информативности были выявлены и в исследованиях использования времени (например, Niemi, 1993).

Тем не менее дневниковые записи не идеальны, о чем свидетельствует исследование, проведенное Голобом и Мёрсом (Golob and Meurs, 1986), в ходе которого было выявлено систематическое занижение количества пеших передвижений и пешеходных отрезков в поездках, включающих в себя несколько видов транспорта. Люди склонны не учитывать короткие передвижения без использования транспортных средств, и чем дольше длится период ведения дневника, тем чаще это происходит. Мураками и Уоттерсон (Murakami and Watterson,1992) сообщили о схожих результатах исследования для транспортной панели Пьюджет-Саунда (Puget Sound Transportation Panel).

Также имеются данные о различиях в показателях отказа от участия в опросе в зависимости от социально-демографических характеристик. Например, Ровери (Roveri, 1992), анализируя результаты исследования использования времени в Италии, пришел к выводу, что процент отказа от участия в опросе с использованием дневников времени выше, чем при использовании обычных вопросников. Даулинг и Колман (Dowling and Colman, 1995) сообщили о более высоком проценте отказа от участия в опросе среди групп с низким доходом в Сан-Франциско, а Сен и др. (Sen et al., 1995) в исследовании, проведенном в Чикаго, обнаружили, что среди работников умственного и интеллектуального труда процент отказа от участия в опросе был ниже, чем среди рабочих. В домохозяйствах с большим количеством членов процент отказа от участия в опросе был выше, чем в домохозяйствах, состоящих из одного человека. Наконец, домохозяйства, в которых был автомобиль, чаще соглашались принять участие в опросе. Таким образом, имеющиеся данные свидетельствуют о том, что дневниковые записи, скорее всего, превосходят опросники по достоверности данных о поездках и видах деятельности. Кроме того, дневниковые записи — это более богатый источник информации, позволяющий проводить дополнительные виды анализа.

Однако сбор данных с помощью дневников требует от респондентов значительных усилий, что может привести к снижению доли ответивших и выборочным отказам от участия, а следовательно, к увеличению затрат и, возможно, к искажению результатов. Последнее может стать очень серьезной проблемой: респонденты, у которых нет времени на заполнение дневника, могут быть теми, кто много путешествует.

Однако если цель исследования состоит в построении модели транспортного спроса, основанной на анализе деятельности, то требуется подробная информация о деятельности людей и связанных с ней перемещениях. Трудно представить, что такие данные можно получить с помощью опросников, в которых респондентам предлагается указать общее количество поездок за определенный период времени. Лучшим вариантом представляются дневниковые записи, поскольку это единственный инструмент, который позволяет систематически фиксировать

взаимосвязь между выбором вида деятельности, места, времени, транспортной компании и вида транспорта. Поэтому важно вести дневниковые записи высокого качества. В следующих разделах мы обсудим практические решения, которые необходимо принять для этого.

ТИП ДНЕВНИКА

После того, как принято решение использовать формат дневника, необходимо выбрать между дневником поездок, полным дневником деятельности или дневником деятельности вне дома. Эти форматы различаются не только объемом собираемой информации, но и тем, как респондентам предлагается вести сбор данных. В случае с данными о поездках основной вопрос касается совершенных поездок, а вся остальная информация связана с ними или вытекает из них. В случае с двумя другими типами дневников основной вопрос касается деятельности, а вся остальная информация связана с видами деятельности, которыми, по словам респондента, он занимался. В полных дневниках деятельности описываются все виды деятельности, а в дневниках деятельности вне дома — только те, которыми респондент занимался вне дома.

Кларк и др. (Clarke et al., 1981) предварительно протестировали эти различные варианты. Они обнаружили, что ни у одного из респондентов не возникло явных трудностей с тем, чтобы вспомнить вчерашние поездки в формате «дневника поездок», хотя некоторые признавались, что им было сложно вспомнить поездки, совершённые накануне. Респонденты либо не упоминали все поездки в рамках одной категории, либо не упоминали краткосрочные поездки/передвижения. Некоторые виды деятельности, связанные с поездками по городу, в частности походы в местные магазины, не воспринимались как полноценные поездки. Многие считали вчерашние поездки нетипичными, и некоторые респонденты неохотно рассказывали о «необычных» поездках и их особенностях. Поездки, совершённые в течение недели, вспоминались в произвольном порядке.

Результаты использования формата дневника деятельности вне дома показали, что этот формат был воспринят респондентами более благосклонно, чем формат дневника поездок. Все респонденты подробно вспоминали и обсуждали свои походы по магазинам, а также довольно охотно описывали свои социальные виды деятельности. Однако многие люди полностью опускали одну или несколько категорий деятельности. Некоторые респонденты не выделяли досуг в отдельную категорию, и оказалось, что многие виды деятельности, не связанные с работой и зависящие от поездок, обладали характеристиками нескольких категорий, что затрудняло их однозначную идентификацию (например, походы по магазинам, сочетающие в себе шопинг, социальные и развлекательные аспекты). Кроме того, этот формат не позволял в полной мере отразить многофункциональность поездок.

Формат подробного дневника деятельности изначально вызывал сомнения в целесообразности включения такой информации в исследование поездок, но, тем не менее, все респонденты согласились на его использование. Этот формат требовал больше времени на интервью, чем другие, и вызывал больше дискуссий. Кроме того, он позволял получить более подробные описания причинно-следственных связей, связанных с поездками, по сравнению с другими форматами. Респонденты более подробно описывали условия, в которых проходила поездка, поскольку вспоминали о предшествующих событиях довольно легко и последовательно. Ни в одном случае последующие вопросы не выявили упущенных поездок.

Таким образом, Кларк и соавторы (Clarke et al., 1981) пришли к выводу, что использование формата, в котором участники обсуждают свои поездки в контексте повседневных дел, наиболее точно соответствует естественному способу хранения информации и планирования деятельности. Напротив, традиционный дневник поездок представляется наименее подходящим способом сбора информации о поездках. Если спрашивать респондентов, какие поездки они совершали за исследуемый период времени, это не гарантирует, что все поездки будут учтены, и не позволяет респонденту соотнести понятие «поездка» с представлениями исследователя. Формат, в котором

используются дневники деятельности, а не дневники поездок, значительно повышает количество учитываемых поездок. По сравнению с традиционными опросами о поездках, использование дневников деятельности позволяет увеличить количество учитываемых поездок на 13 % (Stopher, 1992). С другой стороны, Калфс и ван дер Ваард (Kalfs and van der Waard, 1994), сравнив семь голландских дневников, пришли к выводу, что использование дневника деятельности не обязательно приводит к более точному и подробному описанию поездок, если в нём не предусмотрены специальные функции для получения качественных данных.

Таким образом, выбор между дневником поездок и дневником деятельности во многом определяется целями и задачами исследования. Если данные собираются для традиционной четырехшаговой модели, то дневника поездок может быть достаточно. Он, скорее всего, даст более полную информацию, чем традиционный опросник. Однако дневники деятельности могут предоставить более достоверные данные, поскольку предполагают более естественный способ хранения информации. Если цель состоит в том, чтобы построить модель, основанную на анализе деятельности, или оценить вероятные последствия изменения графика деятельности и, следовательно, спроса на транспортные услуги, то предпочтительнее использовать дневник деятельности. Остается вопрос, какой именно дневник использовать: полный дневник деятельности или дневник деятельности вне дома. Последний вариант позволяет сэкономить средства, но при этом ограничивает возможности анализа возможной замены видов деятельности. С другой стороны, полный дневник деятельности требует от респондентов больше усилий.

ВРЕМЕННЫЕ РАМКИ

Это оперативное решение касается вопроса о том, следует ли собирать данные дневника за прошедший период или за будущий. В принципе, респондентов можно попросить вспомнить поездки или занятия — в том числе относящиеся к более отдалённому прошлому — либо заполнить дневник для какого-либо дня в будущем. Последний вариант часто называют «оставил дома», поскольку интервьюер обычно оставляет дневник у респондента, чтобы тот его заполнил, предварительно объяснив, что это такое. В отличие от этого, при опросе с помощью метода воспроизведения респондентам, с предварительным уведомлением или без него, предлагается рассказать о своих действиях за определенный день в прошлом. Когда интервьюер встречается с респондентом или связывается с ним по телефону, он систематически расспрашивает о событиях предыдущего дня, чтобы восстановить в памяти респондента всю последовательность его действий и поездок, а также выяснить, в какое время суток происходили те или иные события, где они происходили, в чьем присутствии и т. д.

Существуют эмпирические доказательства того, что более качественные данные можно получить, если респондент заполняет дневник, а не пересказывает события (Harvey, 1993). При втором подходе количество записей в дневнике сокращается на 5–10 %. С другой стороны, стоимость ведения дневника в первом случае в 1,5–4 раза выше. Джастер (Juster, 1986) утверждал, что, хотя дневники, которые респондент заполняет сам, кажутся более качественными, чем те, которые он пересказывает, разница в качестве не оправдывает разницу в стоимости. Мы не согласны с этой рекомендацией, если для анализа требуются более качественные данные. Несмотря на то, что респондент, скорее всего, заполнит дневник в конце дня, он будет более внимательно относиться к описанию своих действий и поездок, что, вероятно, повысит надёжность собираемых данных, если только респонденты не изменят своё поведение, чтобы сократить время, необходимое для заполнения дневника.

ЧАСТОСТЬ

Этот термин используется в литературе по изучению использования времени для описания того, как долго следует вести дневник. Этот вопрос является предметом многочисленных дискуссий в научной среде. Одна группа исследователей утверждает, что требования к дневникам настолько

высоки, что достоверные результаты можно получить только при ведении дневника в течение одного или двух дней. Другие (например, Scheuch, 1972; Goodwin, 1978; Lawton and Pas, 1995) считают, что ведение дневника в течение одного или двух дней не очень информативно, так как не позволяет выявить многодневные циклы в структуре деятельности, о чём свидетельствует большое количество эмпирических исследований (например, Goodwin, 1978; Hanson and Huff, 1982a, 1982b; Barnard, 1984; Harrison, 1986; Huff and Hanson, 1986, 1990; Pas and Koppelman, 1987; Mahmassani et al., 1991). В литературе по изучению использования времени преобладает мнение, что для общих исследований предпочтительнее вести дневник в течение одного или двух дней, а для специализированных исследований можно использовать более длительные периоды. В этом отношении основной выбор при заданном бюджете — между размером выборки и количеством дней, в течение которых опрашивается каждый респондент. Увеличение количества дней, в течение которых опрашивается каждый респондент, снижает важные показатели погрешности измерения и предельных затрат (Gershuny, 1992), а также повышает полезность данных для анализа подгрупп и разработки моделей. Однако это также увеличивает количество отказов от участия в опросе.

Райденстам (Rydenstam, 1995), например, рассказывая о предварительном тестировании в Швеции гармонизированного европейского исследования использования времени, упомянул, что трехдневный дневник, который использовался в ходе тестирования, был очень обременительным для респондентов. Некоторые семьи с детьми пожалели, что согласились участвовать в предварительном тестировании. Более того, младшим детям, в частности, было очень трудно вести дневники, что иногда приводило к ссорам в семье. Багатта (Bagatta, 1995) пришел к такому же выводу по результатам предварительного тестирования того же дневника в Италии.

С другой стороны, следует помнить, что отсутствие ответа не обязательно связано с поведенческой предвзятостью. На самом деле есть основания полагать, что отсутствие ответа не приводит к серьёзным поведенческим искажениям (Gershuny, 1990). Проблема в том, что мы не можем точно сказать, связано ли отсутствие ответа с поведенческой предвзятостью. Следовательно, необходимо максимально сократить количество случаев, когда респонденты не отвечают на вопросы, не оказывая на них чрезмерного давления, так как они могут быть склонны быстро заполнить анкету, чтобы избежать напоминаний в будущем.

Еще одна важная проблема, связанная с многодневными дневниковыми записями, заключается в том, что записи, охватывающие более двух дней, могут быть более предвзятыми. С течением времени может усиливаться тенденция пропускать определенные виды поездок или занятий, а также допускать неточности в записях, хотя следует отметить, что эмпирических данных о таких временных искажениях в исследованиях, посвященных транспорту и распределению времени, по-прежнему мало, и они неубедительны. Ампт и Ричардсон (Ampt and Richardson, 1994) обнаружили, что количество ежедневных поездок, о которых сообщалось, немного увеличилось. В частности, они выяснили, что на второй день было получено примерно на 30 % больше информации о поездках, чем за первый день. Если это увеличение количества записей является результатом систематической ошибки отбора, на что они также указывают, то это может свидетельствовать о наличии серьезной проблемы. Есть данные о снижении качества данных после второго дня (Clarke et al., 1981; Golob and Meurs, 1986). С другой стороны, Гершуни и др. (Gershuny et al., 1986) сообщили, что качество данных в течение недели ведения дневника существенно не снижалось, что позволяет предположить, что качество данных не зависит от продолжительности ведения дневника, по крайней мере в рамках определенных временных горизонтов.

Гершуни (Gershuny, 1992) утверждал, что однодневный дневник дает хорошее представление о распространенности той или иной деятельности среди населения в целом, но оставляет открытым вопрос о различиях в уровне вовлеченности. Если мы видим, что определенная доля участников

исследования занимается какой-то деятельностью в день, когда они вели дневник, мы не знаем, занимаются ли они тем же самым в другие дни. Таким образом, однодневные дневники серьезно ограничивают возможности анализа и могут даже привести к ошибочным интерпретациям и выводам.

Поэтому крайне важно изучить возможности объединения данных из разных источников. Очевидно, что предпочтительнее иметь данные о деятельности респондентов за гораздо более длительные периоды времени, чем за 24 часа в сутки. Однако крайне сложно заставить людей с должной точностью фиксировать свою повседневную деятельность в течение длительного времени или соглашаться на неоднократные опросы в течение нескольких дней. Возможно, максимально достижимая периодичность — 48 часов, если только у нас не будет достаточно ресурсов, чтобы предложить респондентам существенные денежные стимулы и создать разветвленную сеть контроля. Было бы интересно изучить возможности панельных исследований с использованием компьютерных технологий, когда респондентам предлагается заполнять дневник раз в несколько дней, а для сокращения времени опроса используются персональные шаблоны.

ВЫБОР ВРЕМЕНИ

Еще один аспект ведения дневников связан с выбором дней недели и количества часов, в течение которых нужно вести записи. Поскольку повседневная деятельность сильно зависит от периодических изменений в зависимости от дня недели, важно равномерно распределить дневниковые записи на все семь дней недели. Чтобы максимально исключить экстремальные сезонные колебания, дневниковые записи следует вести в течение всего года, если позволяет бюджет.

Этот аргумент подтверждается несколькими эмпирическими данными. Лайберг (Lyberg, 1989), например, обнаружил, что сводный опрос по электронной почте/телефону, проведенный Статистическим управлением Швеции в 1982/83 году с использованием метода "вчера", выявил занижение количества выходных дней. Кинсли и О'Донелл (Kinsley and O’Donell, 1983), которые тестировали удобные (т.е. выбранные респондентами) дневники по сравнению с дневниками на определенный день, обнаружили, что дневники на определенный день с меньшей вероятностью завышают количество часов, проведенных вне дома, поскольку они более репрезентативны. Однако они с большей вероятностью недооценивали количество видов деятельности в некоторые дни по сравнению с обычными днями. Это может быть связано с тем, что респонденты располагают меньшим количеством времени и, следовательно, тратят его на то, чтобы вспомнить о своей деятельности и отчитаться о ней.

Джастер (Juster, 1985) утверждал, что метод «назначенного дня» повышает репрезентативность и представляется практичным, учитывая, что в целом ухудшение качества данных из-за забывания незначительно. По-видимому, нет никакой корреляции между склонностью отвечать на вопросы и назначенным днём недели. Этот вывод позволяет предположить, что метод «назначенного дня» является подходящим и необходимым для обеспечения репрезентативности данных по дням недели.

ПЕРИОД ВОСПОМИНАНИЯ

Если используется метод опроса с отсроченным ответом, то следующее решение касается продолжительности периода между днем, за который составляется отчет, и днем, когда он записывается. Джастер (Juster, 1985) пришел к выводу, что период воспоминания по-разному влияет на качество данных в зависимости от того, за какой день составляется отчет. Он пришел к выводу, что для дневников, заполняемых с пятницы по воскресенье, ухудшение качества практически отсутствует, а для дневников, заполняемых с понедельника по четверг, ухудшение составляет около 10 % при периоде воспоминания от четырех до семи дней. Аналогичным образом

Кларк и др. (Clarke et al., 1981) отметили, что респонденты, как правило, без труда вспоминали вчерашние поездки, но некоторые признавались, что им было сложно вспомнить поездки, совершенные накануне. Таким образом, эмпирические данные свидетельствуют о том, что рекомендуется использовать период воспоминания в два дня.

ОТКРЫТЫЕ ИЛИ ФИКСИРОВАННЫЕ ИНТЕРВАЛЫ

Исследователи также должны решить, с какой точностью им фиксировать время начала и окончания тех или иных видов деятельности. Респондентов можно попросить указать время начала и окончания своих занятий (открытый интервал) или сообщить о том, чем они занимались в течение какого-то фиксированного (например, 15-минутного) интервала. На этот выбор влияют два противоположных фактора. Во-первых, временные интервалы должны быть такими, чтобы можно было получить достоверную информацию. Фиксированные интервалы с более длительными временными промежутками могут привести к тому, что респонденты не укажут время начала и окончания тех видов деятельности, которые занимают меньше времени, чем выбранный интервал. Во-вторых, выбор между дневниками с открытыми и фиксированными интервалами следует рассматривать с точки зрения удобства использования, что, вероятно, приведет к предпочтению менее требовательных и безошибочных дневников с фиксированными интервалами.

Эти предположения были эмпирически подтверждены Лингсомом (Lingsom, 1980). Несмотря на то, что открытые дневники обременительны как для респондентов, так и для кодировщиков, более длительные фиксированные временные интервалы побуждают респондентов объединять несколько видов деятельности в один, а краткосрочные виды деятельности, как правило, вообще не учитываются. Более того, использование фиксированных временных интервалов затрудняет заполнение дневников для наиболее добросовестных респондентов, которые осознают проблемы, связанные с принудительным объединением и игнорированием нескольких видов деятельности (Gershuny, 1992). Оценки продолжительности, пусть и не всегда безошибочные, более естественно отражают длительность занятий. Поскольку в дневниках с фиксированными интервалами не указываются краткосрочные виды деятельности, можно предположить, что респонденты склонны завышать продолжительность других видов деятельности (не связанных с поездками). Следовательно, можно наблюдать тенденцию к тому, что пространственно-временные ограничения не соблюдаются, так как на поездки остаётся меньше времени. Это напрямую влияет на результаты и параметры моделей, основанных на анализе видов деятельности, при условии, что существует систематическая погрешность в занижении или завышении продолжительности отдельных видов деятельности.

ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ

Как и любое другое исследование, дневниковые опросы можно проводить по почте, в ходе личных интервью и по телефону. Телефонный опрос, скорее всего, вызовет наибольшие трудности. Поскольку дневниковые опросы, как правило, сложны и требуют много времени, сложно представить, что респонденты смогут предоставить столь подробную информацию по телефону, то есть не просто воспроизвести информацию, которую они изложили ранее. Однако эмпирические данные не дают однозначного ответа на этот вопрос. Например, Клевмаркен (Klevmarken, 1982) не обнаружил различий в распределении времени между личными и телефонными интервью в ходе предварительного тестирования исследования «Рыночные и нерыночные виды деятельности домохозяйств» в Швеции.

Результаты шведского исследования бюджета времени, проведенного Либергом (Lyberg, 1989), показали, что дневники, которые респонденты заполняли самостоятельно, содержали более подробные сведения, чем дневники, заполнявшиеся под диктовку интервьюера. Однако оценки времени, затрачиваемого на различные виды деятельности, были очень схожи при использовании этих двух методов сбора данных. Дневники, заполнявшиеся под диктовку интервьюера, давали

заниженные данные о количестве участников различных видов деятельности и завышенные — о времени, затрачиваемом на эти виды деятельности. Мейбург и Брог (Meyburg and Brög, 1981) также обнаружили, что опросы с личным присутствием интервьюера давали менее достоверные данные о времени в пути по сравнению с почтовыми анкетами. Кроме того, в дневниках, заполнявшихся в присутствии интервьюера, было на 15 % меньше упоминаний о поездках. Они предположили, что это связано с неосознанными ошибками респондентов, сознательными ошибками респондентов, которые не хотят предоставлять определенную информацию, а также с влиянием интервьюера, который стремится как можно быстрее завершить опрос.

Есть и противоположные данные. Либс и Лехарт (Libs and Lehart, 1994) в ходе исследования «Мультимедийное исследование бюджета времени» («Multi-Media Time-Budget Survey») выяснили, что при использовании анкет, заполняемых респондентами самостоятельно, количество постоянных читателей было значительно ниже, чем при очном опросе. Стофер (Stopher, 1992) сравнил процент заполнения анкет, отправленных по почте, и процент заполнения анкет по телефону. Используя строгие критерии полноты заполнения, он выяснил, что процент заполнения анкет, отправленных по почте, составил 23,5 %, а по телефону — всего 19 %. Он не обнаружил существенных различий между формами проведения опроса с точки зрения частоты поездок: поездок, связанных с работой, осуществляемых из дома; поездок, не связанных с работой, осуществляемых из дома, и поездок, не начинающихся из дома.

Другие ученые поддержали идею о том, что самостоятельное заполнение и отправка вопросников по почте после установления контакта эффективны. Таким образом, можно сделать вывод, что самостоятельно заполняемые дневники, как правило, содержат более подробные записи и могут быть весьма полезны при условии, что будут предприняты соответствующие меры для обеспечения необходимого процента ответивших.

Форма проведения опроса также может влиять на количество ответивших. Ампт и Ричардсон (Ampt and Richardson, 1994) сравнили шесть дневниковых опросников, различавшихся по форме проведения. В одном из них для установления первоначального контакта использовался телефон, в четырёх — почтовая рассылка, а в последнем — личный контакт и личное интервью для сбора данных. Результаты показали, что при личном контакте доля ответивших составила 65,5 %, в то время как самый низкий показатель был у опросника, в котором для установления первоначального контакта использовался телефон. Доля ответивших на вопросы дневниковых опросников, заполняемых самостоятельно по почте, варьировалась от 50,9 до 66,7 % в зависимости от типа опросника. В другом исследовании Ампт (Ampt, 1989) сравнила самостоятельное заполнение опросников и личное интервью при сборе данных о 24-часовых дневниках поездок в Австралии. Как и ожидалось, личное интервью обеспечило более высокий процент ответивших.

Судя по имеющимся данным, предпочтительнее использовать смешанный формат, который сочетает в себе лучшие черты различных способов администрирования. Личный контакт, скорее всего, повысит процент ответивших. Затем можно использовать самостоятельную рассылку писем, чтобы обеспечить относительно высокий уровень ответов.

ФОРМА ИНСТРУМЕНТА

Окончательное решение о том, какой инструмент (бумажный или электронный) использовать для сбора данных из дневников, принимается на этапе проведения исследования. На сегодняшний день большинство дневников ведется в бумажном формате. Если респондентам предлагается вести журнал своих занятий и/или поездок, то наиболее удобным способом фиксации событий будет использование буклета, хотя можно рассмотреть и недавно появившиеся портативные системы тайм-менеджмента. Если же используется формат воспоминаний (или формат ретроспективного сбора данных), компьютерные инструменты предлагают альтернативу, хотя такие электронные

дневники пока применяются редко. Исключением в этом отношении является исследование, проведенное Вервей, Калфсом, Сарисом и де Пийпером (Verweij, Kalfs, Saris and de Pijper, 1987). Они использовали электронный дневник для изучения использования времени и пришли к выводу, что электронный дневник позволяет получать подробную информацию высокого качества. Аналогичные результаты были получены в других исследованиях (Kalfs, 1992, 1993, 1994, 1995; Kalfs and Saris, 1997).

Нам кажется, что в целом плюсы и минусы использования компьютерных технологий для сбора данных из дневников такие же, как и при проведении опросов. Преимущество компьютеризированных форм заключается в возможности контроля качества данных. Это преимущество можно оценить, если рассмотреть аномалии и ошибки, выявленные в ходе итальянских исследований использования времени (Panizon and Venturi, 1992). Почти 27 % всех ошибок и аномалий были связаны с пропуском данных о перемещении (последовательности действий и/или перемещении из одного места в другое, например из помещения на улицу и обратно). Ещё 17,8 % ошибок были связаны с отсутствием информации о других людях. Третьей по распространённости причиной было указание неверного количества часов. Таким образом, на эти три наиболее распространённые причины ошибок и аномалий приходится около 56 %, и их легко устранить с помощью компьютеризированных инструментов. Можно легко создать экспертную систему, которая будет систематически выявлять эти аномалии и запрашивать у респондента дополнительную информацию. Аренце и Тиммерманс (Arentze and Timmermans, 1998) разработали такую систему под названием SYLVIA для диагностики и исправления данных из дневников деятельности, собранных для построения модели ALBATROSS. В их случае компьютерная программа использовалась после того, как данные уже были собраны. Но нет никаких препятствий для того, чтобы применять эту технологию в процессе опроса.

Следующим по значимости фактором была несогласованность между видом деятельности и местом. Эту проблему, по-видимому, сложнее решить в онлайн-формате, поскольку дневник должен быть связан с географической информационной системой. Хотя в принципе нет никаких причин, почему это нельзя сделать, как минимум это замедлит процесс проведения интервью.

Среди других упомянутых ошибок и неточностей были следующие: одна и та же деятельность в нескольких последовательных записях; деятельность за пределами своего города; отсутствие информации о дне проведения опроса; несоответствие между основной и второстепенной деятельностью; коды вне допустимого диапазона; начало деятельности позже ее окончания; первая или последняя деятельность дня не оставляет места для сна; второстепенная деятельность, которая должна быть основной; менее одной деятельности в день; менее 15 видов деятельности в дневнике; несоответствие между деятельностью и возрастом; деятельность детей без присутствия взрослых, а также ситуация, когда основная деятельность совпадает со второстепенной. Все эти и другие ошибки легко выявляются с помощью автоматизированных форм сбора данных.

Райденстам (Rydenstam, 1995) сообщил о схожих источниках ошибок в ходе предварительного тестирования шведского исследования использования времени. Респонденты часто не отделяли поездки от других видов деятельности, а о некоторых видах деятельности просто забывали. Чтобы избежать этих ошибок, нужны инструкции, но их зачастую сложно составить. Устные инструкции могут перегружать информацией, а кроме того, могут возникать существенные различия в подходах интервьюеров. Аналогичным образом респонденты не читают подробные письменные инструкции. В ходе предварительного тестирования очень немногие респонденты читали или хотя бы просматривали инструкции перед тем, как заполнить дневники. Инструкции использовались скорее, как справочник на случай сомнений.

Все эти причины и практический опыт говорят в пользу использования компьютеров, если позволяет бюджет. Нет никаких препятствий для того, чтобы включить проверку на наличие

упомянутых выше типов ошибок в интеллектуальный компьютерный дневник, что позволило бы избежать почти 90 % всех ошибок, выявленных в ходе исследования использования времени в Италии. В некоторых случаях использование компьютеров может также снизить затраты на процесс сбора данных. Не стоит забывать, что постфактумная очистка данных часто требует много времени и, следовательно, средств.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

До сих пор мы обсуждали потенциальное использование компьютеров в качестве альтернативного средства записи и проверки данных, а также управления процессом проведения интервью. Однако компьютеры можно использовать и в более интерактивном режиме, чтобы отслеживать реакцию респондентов на условия, основанные на сценариях или правилах. Это интересный альтернативный способ сбора данных, который сложнее реализовать с помощью бумажных анкет. Поскольку эта тема подробно рассматривается в других источниках, мы лишь вкратце коснёмся её в этой статье.

Примером такого интерактивного компьютерного эксперимента является MAGIC, специально разработанный Эттемой и соавторами (Ettema et al., 1993) для анализа на основе деятельности и разработки моделей. Помимо предоставления инструмента для регистрации видов деятельности и связанной с ними информации о поездках, пунктах назначения и социально-экономической ситуации, MAGIC также может использоваться для систематического измерения, кодирования и хранения информации о реакции респондентов на запланированные или незапланированные изменения в характеристиках транспортной сети, пунктов назначения или институционального контекста, а также на изменения во времени, пространственные, институциональные и/или взаимосвязанные ограничения , которые могут повлиять на эффективность деятельности и график поведения.

Система начинается с того, что респондентам задаются вопросы о том, как они воспринимают окружающую среду. То есть респондентов просят указать, где они обычно выполняют набор заранее определенных видов деятельности, известные им альтернативные места, где они могут выполнять эти виды деятельности, вид транспорта, который они используют, требуемое время в пути и т.д. Таким образом, результатом первой части является описание когнитивных представлений респондентов о городской среде и транспортной системе. Далее респондентов просят указать типичные схемы их деятельности в течение интересующего дня. Компьютер используется для проверки согласованности этих схем. Информация, предоставленная на более ранней стадии эксперимента, автоматически используется на последующей стадии. Затем используется по-настоящему интерактивный аспект системы. Указав график своей деятельности на интересующий день (дни), респонденты получают информацию о возможных изменениях в их окружении или личной ситуации. Например, могут измениться часы работы магазинов или им, возможно, придется работать меньше часов. Затем им предлагается (повторно) запланировать свои действия в таких изменившихся условиях. Результаты могут быть интерпретированы как стратегии планирования действий в изменяющихся условиях и, таким образом, дают представление о том, какие эвристики или принципы используются. Ценность этой дополнительной интерактивной опции заключается в том, что она позволяет систематически получать данные о выборе респондентов и их реактивном поведении, необходимые для оценки моделей, основанных на деятельности. В противном случае сбор таких данных был бы затруднен, невозможен или слишком затратен.

MAGIC успешно применялся в проектах в Нидерландах и Швеции. Респонденты, как правило, без труда справлялись с интерактивными заданиями, пользовались экранами компьютеров и предоставляли запрашиваемую информацию. Таким образом, по крайней мере с точки зрения внешней валидности и общего опыта использования этой компьютерной программы, можно с

уверенностью заключить, что интерактивные компьютерные эксперименты потенциально полезны для сбора информации о планировании и перепланировании, связанной с деятельностью людей, необходимой для оценки моделей, основанных на анализе деятельности, или для предварительной оценки политических мер.

Что касается всех описанных методов измерения, остается открытым вопрос о том, насколько поведение, наблюдаемое в квазиэкспериментальных условиях, систематически связано с поведением в реальном мире. Мы не можем с уверенностью утверждать, что выбор респондентов в этих квазилабораторных условиях отражает их повседневное поведение, а не является просто реакцией на компьютерную игру. В частности, если экспериментальная задача сильно отличается от тех, с которыми респонденты сталкиваются в повседневной жизни, им может быть сложно понять и осмыслить конкретную ситуацию и дать надежные и достоверные ответы. Этот метод измерения также может вызывать сомнения, если требуется высокая степень детализации. Решением может стать сосредоточение на основных принципах и попытка подтвердить их применимость к закономерностям, лежащим в основе паттернов реагирования в этих гипотетических ситуациях, а не к самим паттернам. С другой стороны, могут возникнуть ситуации, когда наблюдения в реальном мире просто невозможны. В таком случае вопрос заключается в том, позволяют ли эти интерактивные компьютерные эксперименты лучше понять, как люди планируют свою деятельность, чем экспертные знания.

СОВМЕСТНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Несмотря на растущую популярность совместного анализа (или методов заявленного предпочтения, как их принято называть в литературе по транспортной тематике), попытки построить модели деятельности на основе совместного анализа по-прежнему немногочисленны. Существующие попытки ограничены тем, что они затрагивают лишь отдельные компоненты полноценной модели деятельности. Например, Тиммерманс (Timmermans, 1988) исследовал проблему многоцелевого поведения, а затем развил этот подход (Timmermans and van der Waerden, 1993; Timmermans, 1996). В этих случаях варианты цепочек поездок определяются априори. Для формирования наборов вариантов используется дробный факторный эксперимент, и респондентам предлагается выбрать наиболее подходящий для них вариант. Затем ответы агрегируются и анализируются с использованием априорной модели выбора. Результаты этого анализа отражают вклад основных факторов в определение вероятности выбора той или иной структуры поездки. Первоначальные совместные эксперименты (conjoint experiments), разработанные в этом русле, были довольно простыми, тогда как более поздние позволяли исследователю количественно оценить эффекты замещения с помощью смешанных логит-моделей (Timmermans and van der Waerden, 1993) — в отличие от мультиномиальных логит-моделей.

Такой подход к моделированию позволяет рассчитать полезность альтернатив выбора, но не позволяет разложить ее на составляющие. В рамках другого проекта Деллаэрт и др. (Dellaert et al., 1996, 1997) разработали методологию для принятия решений о выборе портфеля инвестиций. Отправной точкой этого проекта стало предположение о том, что допущения, лежащие в основе традиционного анализа заявленного выбора, могут быть неприменимы к выбору портфеля инвестиций. Традиционные модели заявленного выбора предполагают, что существует только один процесс оценки, который одновременно определяет полезность всех видов деятельности в рамках той или иной модели. Однако, когда потребители делают выбор между различными моделями деятельности, разные виды деятельности в рамках одной модели могут оцениваться на разных этапах. Например, для формирования общей модели деятельности может потребоваться ряд взаимосвязанных дополнительных выборов (например, выбор времени, выбор вида деятельности и места назначения). Это означает, что для моделирования взаимодействия и интеграции этих дополнительных выборов в единый выбор модели деятельности необходимы дополнительные допущения.

Различные концептуализации приводят к разным формальным представлениям. Функции полезности для разных вариантов выбора могут иметь собственные компоненты ошибок. Кроме того, потребители могут менять свои предпочтения, когда количество доступных вариантов выбора сокращается. Деллаерт и др. (Dellaert et al.,1997) описывают свойства совместной логит-модели[8], гетерогенной логит-модели[9] и набора отдельных логит-моделей[10] для представления различных ситуаций.

Экспериментальные схемы, необходимые для проведения экспериментов с заявленными предпочтениями, которые позволяют оценить эти различные модели, зависят от допущений, которые мы готовы принять. Эти схемы должны позволять оценить (i) эффекты взаимодействия между предпочтениями в отношении видов деятельности, осуществляемых в разное время; (ii) различия в компонентах ошибок при выборе видов деятельности на разных этапах их осуществления; (iii) изменения в предпочтениях, которые могут происходить на разных этапах осуществления видов деятельности. Авторы предлагают экспериментальный подход, учитывающий этапы осуществления видов деятельности, который сочетает в себе набор экспериментальных схем для различных типов выбора. Создается набор из N условных подсхем, в которых для каждого этапа n в каждом наборе вариантов выбора варьируются только виды деятельности, входящие в модель осуществления видов деятельности. Кроме того, создается одна схема, в которой варьируются характеристики всех видов деятельности. Для оценки взаимодействий схема должна быть построена таким образом, чтобы взаимодействия между видами деятельности, осуществляемыми в разные периоды времени, можно было оценить независимо от основных эффектов, связанных с этими периодами. Потенциальные различия в предпочтениях в отношении видов деятельности, осуществляемых в разное время, можно выявить, если предусмотреть повторение этих видов деятельности в нескольких периодах.

Хотя этот метод сбора данных позволяет применять принципы совместных экспериментов к анализу моделей поведения, на самом деле он довольно упрощен, поскольку не учитывает многие аспекты выбора (например, вид транспорта, последовательность действий, сопровождающие лица) в полномасштабной модели транспортного спроса, основанной на анализе деятельности. Проекты, описанные в этом разделе, следует рассматривать как мелкомасштабные — они предназначены для проверки некоторых спецификаций модели и стратегий проектирования, которые необходимы для разработки полномасштабной совместной модели (conjoint model) схем деятельности.

В течение последнего года мы работали над более общей моделью совместной деятельности (Wang et al. 1997). Она предполагает, во-первых, разбиение задачи формирования и планирования деятельности на две подзадачи: участие в деятельности и планирование деятельности. Первая подзадача заключается в определении того, какие виды деятельности будут выполняться в конкретный день в зависимости от контекстных переменных. Затем можно рассчитать вероятность того, что будет реализована конкретная программа, представляющая собой набор видов деятельности. Поскольку последовательность действий неизбежно зависит от количества и вида выполняемых видов деятельности, для этих комбинаций необходимо разработать отдельные эксперименты. Хотя создание таких экспериментов не вызывает особых затруднений, тот факт, что для конкретных программ деятельности требуются отдельные эксперименты, делает эту задачу

---

[8] **Joint logit model (совместная логит-модель)** — модель, которая одновременно учитывает несколько выборов или взаимосвязанных решений, оценивая их совместно, а не по отдельности. Это полезно, когда решения не независимы (например, человек выбирает и вид транспорта, и время поездки).

[9] **Heterogeneous logit model (гетерогенная логит-модель)** — модель, допускающая, что предпочтения и реакции на факторы различаются между людьми (учитывается неоднородность выборки). Например, одни люди сильно реагируют на цену, другие — почти не реагируют.

[10] **Set of separate logit models (набор отдельных логит-моделей)** — несколько независимых логит-моделей, каждая из которых описывает свою ситуацию или подгруппу. Такой подход проще, но не учитывает связи между выборами или различия между подгруппами так гибко, как более сложные модели.

трудоёмкой. Если предположить, что фактическое планирование зависит также от пространственно-временных ограничений и характеристик пунктов назначения, то эти факторы необходимо учитывать при планировании эксперимента. В большинстве случаев проведение таких экспериментов возможно. Однако есть один момент, требующий особого внимания. Поскольку необходимо одновременно варьировать несколько факторов, количество степеней свободы иногда оказывается недостаточным, а в некоторых случаях это может привести к возникновению невозможных пространственно-временных паттернов.

Таким образом, построение экспериментальных схем для разработки совместных моделей планирования деятельности требует значительных усилий и опыта. Результаты наших проектов, однако, показывают, что рассчитанные функции полезности согласуются с выводами качественных исследований, что подтверждает внешнюю валидность подхода. Тем не менее можно с уверенностью сказать, что задача создания полномасштабной модели деятельности на основе совместных экспериментов является непосильной. Проблема в том, что для оценки различных компонентов модели необходимо создавать отдельные схемы. Несмотря на значительный прогресс в поиске подходящих спецификаций и стратегий проектирования, сложно представить, что полноценную модель можно разработать, используя обычные методы сбора данных.

На самом деле, представляется целесообразным изучить потенциал интерактивных компьютерных симуляций с ускоренным временем для сбора необходимых данных. Для этого потребуется создать среду, отвечающую условиям эксперимента и предлагающую респондентам сделать ряд взаимосвязанных выборов. Однако это дорогостоящий вариант, поскольку для прохождения интерактивных компьютерных симуляций респондентам нужно приходить в лабораторию. В настоящее время разрабатывается система виртуальной реальности для совместного анализа (Dijkstra and Timmermans, 1997a, 1997b), но она ещё не была протестирована в рамках более масштабных экспериментов. С ростом вычислительных мощностей доступ к таким системам можно будет получить через Интернет. Если бы у нас была такая система, появились бы новые интересные способы сбора данных.

На данный момент вклад совместных экспериментов в построение моделей транспортного спроса, основанных на анализе деятельности, сводится в основном к оценке отдельных взаимосвязей в рамках общей модели или реакции респондентов на транспортные и другие меры. Совместные эксперименты позволяют контролировать ковариационную структуру данных, что особенно полезно при проверке теорий. Однако во многих случаях требуются методы, отличные от тех, которые обычно используются в анализе заявленных предпочтений в транспортных исследованиях. Многие решения зависят от контекста, поэтому необходимо учитывать этот фактор (Oppewal and Timmermans, 1991). Многие решения взаимосвязаны, поэтому логичным выбором будут модели последовательного выбора[11] или выбора портфеля[12]. Респондентам также сложно представить себе совершенно иную среду. Таким образом, стратегии проектирования и моделирования, ориентированные на изменения в *текущей* среде, потенциально повышают надёжность и валидность результатов.

Наконец, выбор моделей деятельности в некоторой степени зависит от групповых решений. Таким образом, совместные модели групповых решений с большей вероятностью отражают суть

---

[11] **Модели последовательного выбора** — это класс математических и вычислительных моделей, которые описывают процессы принятия решений, где выбор делается поэтапно, с учётом накопленной информации и вероятностных механизмов. Они применяются в когнитивных науках, психологии, экономике, теории управления и других областях для анализа ситуаций, когда решение принимается не сразу, а после последовательного анализа альтернатив, критериев или признаков.

[12] **Модель выбора портфеля** — это теоретический подход к определению оптимального распределения активов в инвестиционном портфеле с учётом целей инвестора, уровня допустимого риска, ожидаемой доходности и других факторов. Существует несколько основных моделей, каждая из которых развивает идеи предыдущих и решает конкретные задачи.

процесса принятия решений, чем используемые в настоящее время совместные модели, основанные на ответах отдельных участников.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗНАНИЙ

Как мы уже видели, одним из подходов к моделированию на основе деятельности является подход, основанный на правилах. Суть этого подхода заключается в том, чтобы представить решения по планированию деятельности в виде качественных правил. В связи с этим возникает вопрос о том, как следует получать такие качественные правила. Один из теоретических вариантов — получать такие правила на основе данных наблюдений. Это означает, что необходимо найти правила, описывающие наблюдаемые паттерны деятельности. Однако нам неизвестно о каких-либо исследованиях в области транспорта, посвящённых этому вопросу. Собственно, именно по этой причине Китамура и соавторы (Kitamura et al., 1995) предложили использовать методы заявленного предпочтения и нейронные сети. Что касается сбора данных, то получение правил на основе наблюдаемых паттернов деятельности не представляет особой сложности, поскольку можно использовать данные из дневников.

Другим и, по сути, доминирующим вариантом в литературе по производственным системам является использование методов получения знаний для поиска правил и моделирования поведения при планировании деятельности. Хотя ранние игровые симуляторы, такие как CARLA, никогда не были сформулированы в таких терминах, их можно рассматривать как пример такого подхода. Эти игры использовались для выявления условий, ограничений и механизмов, которые влияют на решения людей о планировании деятельности. Если бы эта качественная информация была собрана в терминах правил IF <...>, THEN <...>, ELSE, можно было бы разработать систему моделирования.

Другой возможный вариант — использование сетей принятия решений (Timmermans et al., 1987). По сравнению с играми и аналогичными методами, такими как анализ протоколов, сети принятия решений представляют собой более структурированный формат интервью. В частности, метод сетей принятия решений предполагает, во-первых, выявление факторов, влияющих на принятие конкретного решения. Затем для каждого из этих факторов изучается его специфика. Респондентов просят указать, при каком уровне каждого из факторов они бы перестали рассматривать ту или иную альтернативу. Например, если мы предположим, что количество времени, оставшееся до похода по магазинам, является одним из факторов, влияющих на решение о планировании деятельности, то респондента можно спросить, при каком минимальном количестве времени он бы решил больше не ходить по магазинам в этот день. После того как мы узнаем этот критический уровень, респондента спросят, какое решение он бы принял, если бы у него осталось меньше времени, чем этот порог. В принципе, респонденты могут дать три варианта ответа. Во-первых, они могут решить больше не рассматривать ту или иную альтернативу. В этом случае мы имеем дело с фактором, исключающим выбор. Второй вариант ответа может заключаться в том, что альтернатива будет рассмотрена, если будет выполнено какое-то другое условие. Это ситуация компенсаторного измерения в том смысле, что низкая оценка одного условия или фактора может быть компенсирована другими факторами. Наконец, респонденты могут указать на относительное предпочтение.

Построение таких сетей принятия решений требует значительного времени. Многочасовые интервью не являются исключением. Кроме того, могут возникнуть сомнения в том, что респонденты действительно способны рационально обосновывать свои решения. В какой-то степени это справедливо и для методов заявленного предпочтения. Однако в случае с заявленными предпочтениями основное внимание уделяется конечным ответам на экспериментально измененные условия, а не конкретным обоснованиям таких решений. Несмотря на это, верификация и валидация сетей принятия решений затруднительны, поскольку

стандартизированный протокол интервью не включает в себя механизмы, необходимые для доказательства исключительности и полноты правил, которые можно вывести из таких сетей.

Таблицы решений являются альтернативным способом представления данных и обладают преимуществами формальной логики. Таблицу решений можно определить как таблицу, которая представляет исчерпывающий набор взаимоисключающих условных утверждений для описания проблемной области. Она состоит из условий и действий. Каждый столбец таблицы представляет собой правило принятия решения. Учитывая сложность задачи планирования деятельности, одной таблицы решений будет недостаточно. Поэтому потребуется система таблиц решений, в которой отдельные таблицы будут связаны между собой. Модель ALBATROSS основана на таком формате представления данных.

С точки зрения сбора данных построение таблиц решений требует проведения личных опросов и, следовательно, является довольно трудоемким и затратным. Более того, используемые правила, как правило, детерминированы и не связаны с теорией погрешностей. Следовательно, небольшие изменения в условиях могут привести к отказу от альтернативных вариантов. Однако работа над таблицами нечетких решений уже ведется (Wets et al., 1996a, 1996b).

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Все рассмотренные выше методы сбора данных касаются измерения видов деятельности или механизмов, которые, как предполагается, лежат в основе процессов принятия решений. Однако модели, основанные на анализе деятельности, обычно включают в себя взаимосвязи между пространственной и транспортной средой, институциональным контекстом, а также участием в различных видах деятельности и их продолжительностью. Следовательно, необходимо также собирать данные об окружающей среде и институциональном контексте. Несмотря на то, что часто доступны коммерческие базы данных, они, как правило, различаются по своей структуре и, по крайней мере в Нидерландах, очень дороги. Поэтому часто требуются дополнительные полевые исследования. Для сбора информации о часах работы, привлекательности мест, особенностях землепользования, времени в пути, характеристиках транспортной сети и т. д. обычно требуется использовать различные источники.

Географические информационные системы позволяют геокодировать всю эту информацию. Хотя серьезных проблем обычно не возникает, внесение всей необходимой информации в ГИС представляет собой трудоемкий процесс. Различные источники информации часто основаны на разных рабочих определениях, классификации всегда отличаются друг от друга, пространственное разрешение варьируется от источника к источнику и т. д. Включение самих дневниковых данных также представляет собой непростую задачу, поскольку эта информация зависит от времени, а в географических информационных системах нет явного временного измерения. Следовательно, эффективность может быть снижена.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ДАННЫХ

До сих пор мы говорили о потребностях в данных и проблемах, связанных с методами их сбора. Нас попросили также прокомментировать требования к качеству данных. По сравнению с литературой, посвященной методам сбора данных, литературы о требованиях к качеству данных не так много, и зачастую она недостаточно систематизирована. На самом деле качество данных — это многоаспектное понятие, которое в разных дисциплинах трактуется по-разному. Хотя мы не будем подробно останавливаться на многоаспектности этого понятия в контексте анализа транспортных потоков, необходимо сделать несколько замечаний, чтобы лучше понять, как растущая сложность моделей влияет на требования к качеству данных. В частности, мы представим перечень требований к качеству данных, который может помочь разработчикам моделей определить, сколько внимания нужно уделить различным аспектам сбора данных, а в случае ограниченности

ресурсов — как лучше распределить их между различными источниками данных, необходимыми для построения модели транспортного спроса на основе теории деятельности.

Первое требование — *надёжность,* которую можно определить, как согласованность, с которой инструмент или вопрос измеряет то, что он должен измерять. Аспект надёжности проявляется в самых разных формах при сборе данных о характере деятельности. Например, когда необходимо классифицировать различные виды деятельности, разные интервьюеры могут использовать разные схемы. Аналогичным образом, выбор фиксированных или открытых временных интервалов может привести к различиям в показаниях времени, затраченного на выполнение тех или иных действий. Записи в дневнике могут быть неполными, возможны ошибки. На надёжность собранных данных могут влиять многие другие факторы. Качество данных можно повысить, разработав подробные и последовательные инструкции по кодированию и классификации.

Пожалуй, самый важный аспект достоверности — это количество ошибок в дневниковых записях. Суммарная продолжительность занятий может не составлять 24 часа, в данные о продолжительности занятий могут быть включены данные о поездках, занятие может не соответствовать типу землепользования, респонденты могут не указывать место проведения занятия, если они уже указали его в дневнике ранее, и т. д. Если такие ошибки не выявить и не исправить, модель, основанная на анализе видов деятельности, может опираться на недостоверную информацию. Поэтому крайне важно выявлять такие ошибки и очищать дневниковые записи от них. Как мы уже отмечали, для проведения такого анализа мы разработали программу SYLVIA. Эта компьютерная программа использует набор правил для выявления недостающей информации и потенциальных аномалий. Кроме того, тип ошибок сопоставляется с типом дневниковых записей и социально-демографическими характеристиками, что позволяет исследователю проанализировать, связана ли достоверность дневниковых записей с социально-демографическими характеристиками. Система также содержит правила для исправления дневниковых записей. Поскольку некоторые из этих правил могут противоречить друг другу, а исправление одной ошибки может привести к появлению другой, были разработаны алгоритмы, гарантирующие достоверность дневниковых записей по нескольким параметрам. Не все потенциальные ошибки можно выявить и исправить с помощью общих правил. Таким образом, система позволяет пользователю выбирать дневники с определенными ошибками и исправлять их в интерактивном режиме или удалять полностью.

Данные должны быть не только достоверными, но и валидными. Действительно, *валидность* — это, пожалуй, важнейший аспект качества данных; это многоаспектное понятие. В общем смысле валидность означает, что выбранные переменные измеряют то, что должны измерять, и включает в себя широкий спектр понятий, связанных с концептуализацией, выборкой и выбором подходящего инструмента измерения. Для этих аспектов можно выделить различные виды валидности, но в рамках данного обсуждения под этим термином понимается то, действительно ли данные отражают репрезентативные схемы деятельности по всем параметрам, выявленным с помощью модели.

Третий аспект качества данных, который мы выделяем, — это *уровень детализации*. Это требование указывает на то, соответствуют ли операционные определения параметров выбора и объясняющих переменных цели процесса построения модели. Например, время выполнения тех или иных видов деятельности может быть закодировано с помощью общих категорий (утро, день, вечер) или, например, с точностью до 5 минут. Этот уровень детализации определяет уровень возможной детализации прогнозов модели, основанной на анализе видов деятельности. Если модель должна прогнозировать характер деятельности и связанный с ней спрос в течение дня, это должно быть отражено в уровне детализации данных. Другой пример — уровень детализации данных о местоположении. Если пространственно-временные ограничения имеют решающее значение для модели, данные о местоположении должны быть доступны с требуемым уровнем

разрешения. Если модель должна проверять возможность реализации того или иного графика деятельности, требуется более высокий уровень детализации по сравнению с моделью, не предполагающей такой проверки.

Еще один аспект качества данных — *согласованность*, которая в данной статье определяется как использование одних и тех же определений и классификаций во всех источниках данных. Если исследователь контролирует процесс сбора данных, согласованность не должна быть проблемой. Однако во многих случаях модели, основанные на анализе видов деятельности, должны опираться на различные источники информации, которые часто собираются для общих целей и уж точно не с прицелом на конкретную модель. В разных источниках могут использоваться разные классификации видов деятельности, землепользования и т. д. В этом случае важно разработать схемы, которые свяжут между собой различные классификации.

С согласованностью связан аспект *полноты.* Он подразумевает, что всегда должна быть возможность классифицировать каждую единицу наблюдения. Все конкретные виды деятельности должны быть связаны с классами видов деятельности, которые используются в процессе построения модели: должно быть учтено все время, должна быть возможность систематически связать все категории землепользования с классами видов деятельности и т. д. Опять же, для повышения качества данных в этом аспекте очень важен проверенный набор инструкций. В нашей работе мы проверяли, можно ли отнести всех респондентов, виды деятельности, пункты назначения, периоды времени и виды транспорта ко всем соответствующим классификациям. Кроме того, мы проверяли, можно ли связать эти классификации между собой.

Наконец, мы выделяем четыре аспекта качества данных, которые связаны с их эффективным использованием. Во-первых, данные должны быть *легкодоступными*, то есть храниться на современных носителях в одном и том же формате представления. Во-вторых, поскольку мир постоянно меняется и это необходимо учитывать при применении модели, базы данных должны быть *динамическими*, то есть обновляться сразу же при внесении изменений. В-третьих, мы выделяем аспект *гибкости*. Разработчику модели часто приходится работать с данными разного пространственного разрешения или в разных временных рамках. Например, если модуль генерации деятельности может оперировать широкими временными рамками, то модуль проверки выполнимости графиков деятельности, скорее всего, будет привязан к минутным интервалам. Данные должны обеспечивать такую гибкость, что на практике означает необходимость использования согласованного набора кодов для различных уровней пространственного разрешения и временных рамок. Наконец, мы считаем важным обеспечить *интеграцию*, то есть наличие общих элементов в разных источниках данных, чтобы пользователь мог связывать их между собой. Можно представить различные общие элементы, но особенно важным при построении моделей транспортного спроса на основе деятельности представляется геокодирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Последние достижения в области транспортного моделирования стимулировали интерес к построению моделей транспортного спроса, основанных на деятельности. Как утверждает Джонс (Jones, 1995), подходы, основанные на деятельности, предлагают более широкий взгляд и более богатый набор концепций для изучения поведения людей в процессе передвижения, чем традиционный подход, рассматривающий передвижение как перемещение транспортных средств, людей и грузов по транспортным сетям. Поскольку речь идёт о более широком наборе концепций, модели, основанные на деятельности, значительно сложнее традиционных гравитационных, энтропийных и дискретно-выборочных моделей транспортного спроса. Кроме того, из-за возросшей сложности требования к данным и их качеству в моделях, основанных на деятельности, значительно выше.

В этой статье мы рассмотрели некоторые вопросы, связанные с потребностями в данных, требованиями к их качеству и методами сбора данных, которые имеют отношение к дальнейшей разработке моделей, основанных на анализе деятельности. Мы утверждаем, что с точки зрения разработчика модели процесс сбора данных должен определяться спецификацией и целями модели. Это означает, что во многих случаях имеющихся данных, собранных для общих целей, может быть недостаточно для разработки модели определённого типа, а сложность и, следовательно, потенциальная применимость модели могут быть ограничены характером и объёмом имеющихся данных.

Исходя из этого, мы кратко рассмотрели часть доступной литературы, посвященной методам сбора данных, и дали несколько рекомендаций по сбору данных в будущем. Кроме того, мы кратко прокомментировали некоторые конкретные аспекты качества данных, которые, по нашему мнению, важны для построения модели, основанной на анализе деятельности. Как показывают наши практические решения, зачастую сочетание различных методов сбора данных позволяет получить лучшее из обоих миров.

При подготовке этого материала стало совершенно очевидно, что, за некоторыми примечательными исключениями, транспортное сообщество не прилагает особых усилий для систематического изучения (в контролируемых условиях) взаимосвязи между построением моделей и сбором данных. Однако если исходить из того, что модель никогда не может быть лучше, чем данные, на которых она построена, то методы сбора данных должны быть столь же совершенными, как и модели, которые они поддерживают.

REFERENCES

1. Adler, T., and M. Ben-Akiva (1979). A theoretical and empirical model of trip chaining behavior. Transpn. Res. Rec. 13B, 243-257.

2. Ampt, E. (1989). Comparison of Self-Administered and Personal Interview Methods for the Collection of 24-hour Travel Diaries. Proceedings of the WCTR, pp. 195-206.

3. Ampt, E., and A. J. Richardson (1994). The Validity of Self-Completed Surveys for Collecting Travel Behavior Data. Proceedings of the 22nd European Transport Form Conference, Seminar H: Transportation Planning Methods, Vol. II, pp. 77-88.

4. Arentze, T., and H.J.P. Timmermans (1998). SYLVIA, A System for the Logical Verification and Induction of Activity Diaries, EIRASS, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.

5. Bagatta, G. (1995). European Time-Use Survey Pretest Italy, Report ISTAT.

6. Barnard, P. O. (1984). Use of an Activity Diary Survey to Examine Travel and Activity Reporting in a Home Interview Survey. Proceedings ATRF Conference, Adelaide, pp. 273-302.

7. Ben-Akiva, M., and J. Bowman (1995). Activity-Based Disaggregate TravelDemand System with Daily Activity Schedules. Paper presented at the Workshop on Activity-Based Analysis, Eindhoven, The Netherlands.

8. Carpenter, S., and P. Jones (1983). Recent Advances in Travel Demand Analysis. Gower, Aldershot.

9. Clarke, M., M. Dix and P. Jones (1981). Error and uncertainty in travel surveys. Transpn., 10, 105-126.

10. Dellaert, B. G. C., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (1996). Conjoint choice models of joint participation and activity choice. Int. J. of Res. in Mark., 13, 251-264.

11. Dellaert, B. G. C., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (1997). Consumer activity pattern choice: development and test of stage-dependent conjoint choice experiments. J. of Ret. and Cons. Services, 4, 25-39.

12. Dijkstra, J., and H.J.P. Timmermans (1997a). Exploring the Possibilities of Conjoint Measurement as a Decision-Making Tool for Virtual Wayfinding Environments. Paper presented at CAADRIA 97, Taiwan, April 17-19, 1997.

13. Dijkstra, J., and H.J.P. Timmermans (1997b). The Application of Conjoint Measurement as a Dynamic Decision-Making Tool in a Virtual Reality Environment. Paper presented at CAAD Futures Conference, Munich, August 4-6, 1997.

14. Dijst, M. (1993). Gewijzigde Opzet van Dagboekonderzoek Succesvol, OSPA, TUDelft, Delft.

15. Dowling, R. G., and S. B. Colman (1995). Effects of increased highway capacity: results of household travel behavior survey. Transpn. Res. Rec., 1493, 143-150.

16. Ettema, D. F., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (1993). A simulation model of activity-scheduling behavior. Transpn. Res. Rec., 1413, 1-11.

17. Ettema, D. E., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (1994). Using Interactive Computer Experiments for Identifying Scheduling Heuristics. In: Preprints of the 7th International Conference of the Association for Travel Behavior Research. Santiago, Chile.

18. Ettema, D. E., A. W. J. Borgers and H. J. P. Timmermans (1997). SMASH (Simulation Model of Activity-Scheduling Heuristics): empirical tests and simulation issues. Transpn. Res. Rec., to appear.

19. Ettema, D. E., and H. J. P. Timmermans (1997) (eds.). Activity-Based Approaches to Travel Analysis. Pergamon, Elsevier Science Limited, Oxford.

20. Ettema, D., H. Timmermans and L. van Veghel (1996). Effects of Data Collection Methods in Travel and Activity Research, European Institute of Retailing and Services Studies, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.

21. Fellendorf, M., T. Haupt, U. Heidl and W. Scherr (1997). PTV Vision: activitybased demand forecasting in daily practice. To appear.

22. Gärling, T., K. Brännäs, J. Garvill, R. G. Golledge, S. Gopal, E. Holm and E. Lindberg (1989). Household activity scheduling. In: Transport Policy, Management and Technology Towards 2001: Selected Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research, Vol. 4, pp. 235-248. Western Periodicals, Ventura, CA.

23. Gershuny, J. (1990). International comparisons of time budgets. In: Zeitbudgeterhebungen (Von Sweitzer et al., eds.). Metzler-Poeschel, Stuttgart.

24. Gershuny, J. (1992). Time-Budget Research in Europe, EUROSTAT, Doc E3/IS/5/92.

25. Gershuny, J., I. Miles, S. Jones., C. Mullings, G. Thomas and S. Wyatt (1986). Time budgets: preliminary analyses of a national survey. The Quarterly J. of Soc. Affairs, 2, 13-39.

26. Golob, T. F., and H. Meurs (1986). Biases in response over time in a seven-day travel diary. Transpn., 10, 163-181.

27. Goodwin, P. (1978). Intensity of car use in Oxford. Traffic Eng. & Control, 514- 517.

28. Hanson, S., and J. O. Huff (1982a). Assessing day-to-day variability in complex travel patterns. Transpn. Res. Rec., 891, 18-24.

29. Hanson, S., and J. O. Huff (1982b). Systematic variability in repetitious travel. Transpn., 15, 111-135.

30. Harrison, B. (1986). Electronic road pricing in Hong Kong. Traffic Eng. & Control, 13-18.

31. Harvey, A. S. (1993). Guidelines for time use data collection. Soc. Indicators Res., 30, 197-228.

32. Hayes-Roth, B., and F. Hayes-Roth (1979). A cognitive model of planning. Cogn. Sc., 3, 275-310.

33. Huff, J. O., and S. Hanson (1986). Repetition and variability in urban travel. Geo. Analysis, 18, 97-114.

34. Huff, J. O., and S. Hanson (1990). Measurement of habitual behavior: examining systematic variability in repetitive travel. In: Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis (P. Jones, ed.), pp. 229-249. Avebury, Aldershot.

35. Huigen, P. P. P. (1986). Binnen of buiten bereik?: een sociaal-geografisch onderzoek in Zuidwest-Friesland. Amsterdam/Utrecht: KNAG/Universiteit van Utrecht, Nederlandse Geografische Studies 7.

36. Jones, P. M. (1990). Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis. Avebury, Aldershot, England.

37. Jones, P. M. (1995). Contribution of Activity-Based Approaches to Transport Policy Analyis. Paper presented at the Conference on Activity-Based Approaches, Eindhoven, The Netherlands, May 25-28, 1995.

38. Juster, F. T. (1985). The validity and quality of time-use estimates obtained from recall diaries. In: Time, Goods and Well-Being (F. J. Juster and F. P. Stafford, eds.), pp. 63-91. Institute for Social Research, University of Michigan, Ann Arbor.

39. Juster, F. T. (1986). The effect of recall period on the quality of time diary data. In: Time-Use Studies: Dimensions and Applications (A. Dagfinn, A. S. Harvey, E. Wunk-Lipinsky and I. Niemi, eds.), pp. 149-175. Central Statistics Office of Finland, Helsinki.

40. Kalfs, N. (1992). Time-budget research: three data collection modes. In: Time-Use Methodology: Towards Consensus, pp. 283-285. ISTAT, Rome.

41. Kalfs, N. (1993). Hour by Hour: Effects of the Data Collection Mode in Time-Use Research, Ph.D. thesis, NIMMO, Amsterdam.

42. Kalfs, N. (1994). The construction of a new electronic diary. In: Fifteenth Reunion of the International Association for Time-Use Research (N. Kalfs and A. S. Harvey, eds.), pp. 246-260. NIMMO, Amsterdam.

43. Kalfs, N. (1995). Effects of different data collection procedures in time use research. Transpn. Res. Rec., 1493, 110-188.

44. Kalfs, N., and W.E. Saris (1997). New data collection methods in travel surveys. In: Activity-Based Approaches to Travel Analysis (D.F. Ettema and H.J.P. Timmermans, eds.), pp. 243-262. Pergamon, Oxford.

45. Kalfs, N., and J. van der Waard (1994). Kwaliteit van Gegevens van Tijdbestedings-en Verplaatsingsdagboeken, Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Deel 1, pp. 889-907.

46. Kitamura, R., R.M. Pendyala, E.I. Pas and D.V. Reddy (1995). Application of AMOS: An Activity-Based TCM Evaluation Tool Applied to the Washington, D.C. Metropolitan Area. Proceedings of the 23rd Summer Annual Meeting, PTRC, London, pp. 177-190.

47. Klevmarken, N. A. (1982). Household Market and Non-Market Activities: A Pilot Study, University of Goteborg, Department of Statistics.

48. Koppelman, F. S. (1981). Nonlinear utility functions in models of travel choice behavior. Transpn., 10, 127-146.

49. Kreibach, V. (1979). Modeling car availability, modal split and trip distribution by Monte Carlo simulation: a short way to integrated models. Transpn., 2, 153-166.

50. Kutter, E. (1984). Integrierte Berechnung Städtischen Personenverkehrs. Technische Universität Berlin.

51. Lawton, K., and E. Pas (1995). Household Travel Surveys: New Concepts and Research Methods. Paper presented at the Conference on Household Travel Surveys: New Concepts and Research Needs, Irvine, CA, March 12-15.

52. Lenntorp, B. (1976). Paths in space-time environment: a time geographic study of possibilities of individuals. Lund: The Royal University of Lund, Department of Geography. Lund Studies in Geography, Ser. B. Human Geography, No. 44.

53. Libs, M., and L. Lebart (1994). Analysis of media-contact frequency as measured by self-completion questionnaire and face-to-face interview. In: Proceedings of the RC-33 Sessions on Nonresponse and Measurement Error (J. van der Zouwen and E. de Leeuw, eds.). Amsterdam.

54. Lingsom, S. (1980). Open and Fixed International Diaries: A Pilot Study on Time Use, Statistisk Sentralbyra, Oslo.

55. Lyberg, I. (1989). Sampling, Nonresponse and Measurement Issues in the 1984/85 Swedish Time Budget Survey. Paper presented at the US Bureau of the Census Fifth Annual Research Conference, Washington, March 19-22.

56. Mahmassani, H. S., S. G. Hatcher and C. G. Caplice (1991). Daily Variation of Trip Chaining, Scheduling and Path Selection Behavior of Work Commuters. Proceedings, Sixth International Conference on Travel Behavior: Methods for Understanding Travel Behavior in the 1990s, Quebec, pp. 29-45.

57. Meyburg, A. H., and W. Brög (1981). Validity problems in empirical analyses of non-home-activity patterns. Transpn. Res. Rec., 807, 46-50.

58. Murakami, E., and W. T. Watterson (1992). The Puget Sound transportation panel after two waves. Transpn., 19, 141-158.

59. Niemi, I. (1993). Systematic error in behavioral measurement: comparing results from interview and time-budget studies. Soc. Indicators Res., 30, 229-244.

60. Oppewal, H., and H. J. P. Timmermans (1991). Context effects and decompositional choice modeling. Pap. in Reg. Sc., 70, 113-131.

61. Panizon, F., and M. Venturi (1992). Data processing and control in the Italian timeuse survey: analysis and results for improving data quality. In: Time-Use Methodology: Towards Consensus, pp. 319-335. ISTAT, Rome.

62. Pas, E. I., and F. Koppelman (1987). An examination of the determininants of dayto-day variability in individuals' urban travel behavior. Transpn., 14, 3-27.

63. PTV (1987). VISUM and VISEM. Product description, Karlsruhe.

64. Recker, W. W., M. G. McNally and G. S. Root (1986a). A model of complex travel behavior. Part 1: theoretical development. Transpn. Res., 20A, 307-318.

65. Recker, W. W., M. G. McNally and G. S. Root (1986b). A model of complex travel behavior: Part 2: an operational model. Transpn. Res., 20A, 319-330.

66. Robinson, J. P. (1985). The validity and reliability of diaries versus alternative time- use measures. In: Time, Goods and Well-Being (F. J. Juster and F. P. Stafford, eds.), pp. 33-62. Institute for Social Research, University of Michigan, Ann Arbor.

67. Roveri, L. (1992). Nonresponse patterns: experience from the Italian time-use survey. In: Time Use Methodology: Towards Consensus, pp. 301-309. ISTAT, Rome.

68. Rydenstam, K. (1995). The Harmonised European Time-Use Surveys. Statistics Sweden.

69. Scheuch, E. K. (1972). The time-budget interview. In: The Use of Time (A. Szalai, ed.), pp. 69-87. Mouton, The Hague-Paris.

70. Schmiedel, R. (1984). Bestimmung Verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrplanung. Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

71. Sen, A., S. Sööt, L. Yang and E. Christopher (1995). Household travel survey nonresponse estimates: the Chicago experience. Transpn. Res. Rec., 1493, 170-178.

72. Sparmann, U. (1980). Ein Verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose. Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

73. Stopher, P. R. (1992). Use of an activity-based diary to collect household travel data. Transpn., 19, 159-176.

74. Swiderski, D. (1982). A model for simulating spatially and temporally coordinated activity sequences on the basis of mental maps. In: Recent Advances in Travel Demand Analysis (S. Carpenter and P. Jones, eds.), pp. 314-344. Gower, Aldershot.

75. Timmermans, H. J. P. (1988). Multipurpose trips and individual choice behavior: an analysis using experimental design data. In: Behavioral Modeling in Geography and Planning (R. G. Golledge and H. J. P. Timmermans, eds.), pp. 356-367. Croom Helm, London.

76. Timmermans, H. J. P. (1996). A stated choice model of sequential mode and destination choice behavior for shopping trips. Env. & Plan. A, 28, 173-184.

77. Timmermans, H. J. P., and R. E. C. M. van der Heijden (1987). Uncovering spatial decision-making processes: a decision-net approach applied to recreational choice behavior. TESG, 78, 297-304.

78. Timmermans, H. J. P., and P. J. H. J. van der Waerden (1993). Modeling sequential choice processes: the case of two-stop trip chaining. Env. & Plan. A, 24, 1483- 1490.

79. Vause, M. (1997). A rule-based model of activity scheduling behavior. In: ActivityBased Approaches to Travel Analysis (D. F. Ettema & H. J. P. Timmermans, eds.), 371 pp. Pergamon, Elsevier Science Limited, Oxford.

80. Verweij, N, N. Kalfs, W.E. Saris and M. de Pijper (1987). Tijdbestedingsonderzoek middels tele-interviewing en de mogelijkheden voor segmentatie. Massacommunicatie, 4, 253-369.

81. Wang, D., A.W.J. Borgers, H. Oppewal and H. J. P. Timmermans (1997). A Stated Choice Approach to Develop Activity Scheduling Models. Paper presented to the IATBR Conference, Austin, Texas.

82. Wets, G., F. Witlox, H.J.P. Timmermans and J. Vanthienen (1996a). A fuzzy decision table approach for business site selection. In: Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Fuzzy Systems ’96, pp. 1605-1610. New Orleans, LA, September 8-11, 1996.

83. Wets, G., F. Witlox, H.J.P. Timmermans and J. Vanthienen (1996b). Choice modeling by means of fuzzy decision tables. In: Proceedings of the Fourth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Vol.2, pp. 1335-1339. Aachen, Germany, September 2-5, 1996.

ОБЩЕЕ РЕЗЮМЕ СЕМИНАРА

Juan de Dios Ortúzar, John Bates

ВВЕДЕНИЕ

В этом кратком документе обобщены выводы, сделанные на семинаре 9. Целью семинара было определить типы данных, необходимых для современных и наиболее эффективных моделей транспортного планирования, выявить возможные подходы к получению этих данных и сформулировать требования к их качеству. Наконец, на семинаре обсуждались будущие направления исследований.

Был выявлен ряд конкретных тем, которые рассматриваются ниже. Кроме того, обсуждалась более широкая роль моделей — не только в контексте новых подходов, но и с точки зрения различных требований к политике, с общей целью повышения качества моделей. Проводилось различие между моделями для понимания поведения и моделями для консультирования политиков, между оценкой и внедрением, а также между совершенно разными требованиями к данным для моделирования спроса и предложения. Кроме того, большой интерес был проявлен к технологическому развитию методов сбора данных (например, геокодированию) и к требованиям к данным для моделей, описывающих процессы во времени (динамических).

Нам нужно делать прогнозы, а для этого нужны адекватные модели и соответствующие данные. Существует общее требование к профессиональному подходу к планированию, которое, в свою очередь, определяет стандарт профессиональной практики сбора данных для транспортных моделей. Первоначальное требование заключается в том, чтобы к моделям относились серьёзно: исходя из этого, стандарты в области моделирования будут определять стандарты сбора данных. Таким образом, весь этот процесс можно рассматривать как итеративный, поскольку существуют ограничения на объём данных, которые можно собрать, и, соответственно, на круг решаемых задач. В частности, если мы хотим более тщательно исследовать ошибки в моделях, нам, как правило, потребуется больше данных более высокого качества.

Технологический прогресс открывает новые возможности. Использование геокодированной информации должно стать стандартом, поскольку сейчас это недорого и позволяет собирать данные с высокой степенью детализации. В частности, ГИС-системы должны заменить зонирование. Теперь можно отслеживать время, маршруты и количество поездок (например, с помощью GPS-устройств). Однако существуют проблемы с информацией о тех, кто не относится к домохозяйствам, а также с данными измерений для тех, кто не выбрал какой-либо вариант, с приемлемой степенью точности.

Для разработки более эффективных стратегий сегментации также необходимы дополнительные данные: они позволяют уточнить набор вариантов выбора, особенно в более сложных случаях, таких как выбор пункта назначения. Особенно важно различать обязательные и необязательные поездки: в некоторых случаях выбор пункта назначения для необязательных поездок может быть чрезвычайно гибким (например, в зависимости от погоды). Если цель поездки четко определена, то количество потенциальных пунктов назначения значительно сокращается. Интересная возможность — разделить рынок на сегменты в зависимости от типа политики. С другой стороны,

проблемы с размером выборки для оценки сложных моделей могут объяснить некоторые противоречивые результаты исследований.

Необходимы дополнительные исследования в области, которая до конца не изучена: как объяснить различия между результатами обследований домашних хозяйств и показателями дорожного движения. В этом смысле объединение данных обследования домохозяйств и данных опроса, основанного на выборе, представляется многообещающим, но, несмотря на новаторскую работу Косслетта (Cosslett), имеется мало общих практических рекомендаций.

Для подробного обсуждения были выделены шесть областей, представляющих особый интерес:

- Моделирование деятельности
- Землепользование
- Грузовые перевозки
- Выбор пункта назначения
- Парковка
- Выбор времени суток (включая динамическое распределение)

Наконец, на семинаре были рассмотрены некоторые статистические вопросы, связанные с расчетом необходимого размера выборки. Остальная часть статьи разделена на следующие разделы. Однако у нас не хватило времени на подробное обсуждение выбора места назначения.

В конце статьи приведен список участников семинара, чьи знания и энтузиазм способствовали его успешному проведению.

ПОДХОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА АНАЛИЗЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Было решено не углубляться в эту тему, поскольку в научной статье (Arentze et al., 1997) она рассматривается довольно подробно, поэтому мы отсылаем читателей непосредственно к ней. Тем не менее была затронута проблема прогнозирования (что такое условный прогноз с учетом сценариев?), а также проблемы сложности и поведенческого содержания (действительно ли модели дискретного выбора лучше справляются с задачей, чем агрегированные модели?). Для более сложных моделей нужны более сложные данные, например, для учета пространственных и временных ограничений. Для этого необходимо проводить опросы на дому, но неясно, насколько далеко можно продвинуться в этом процессе: многие виды деятельности осуществляются одновременно, и некоторые из «мягких» ограничений в определенных случаях могут оказаться «жесткими». Было высказано некоторое опасение, что большинство операционных моделей являются лишь расширением моделей дискретного выбора (то есть учитывают виды деятельности, а не поездки).

В частности, было решено, что двухдневные дневники — наиболее эффективный способ сбора информации о деятельности. Хотя с их помощью невозможно получить полную информацию о вариативности возможностей человека, они позволяют оценить хотя бы ее часть. С другой стороны, было признано, что даже для дневников однодневных поездок предпочтительным вариантом является использование методики восстановления активности (по воспоминаниям).

Был поднят общий вопрос о том, как модели, основанные на анализе видов деятельности, взаимодействуют с составляющей предложения. Похоже, что равновесных формулировок здесь не существует, а значит, нет и гарантии сходимости. Было признано, что подходы, основанные на видах деятельности, пытаются моделировать наборы вариантов выбора, а не восстанавливать их, и в целом носят более динамичный характер. Кроме того, они позволяют моделировать чередование домашних занятий и время, проводимое вне дома. Однако, если говорить, например, о выборе места назначения, проблема остаётся такой же масштабной, как и в более традиционных моделях.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ТРАНСПОРТА

Для моделирования поведения на этих уровнях необходимы данные о долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных решениях: выбор места жительства, места для осуществления той или иной деятельности (что очень важно для непостоянных видов деятельности, таких как шопинг),

частота, способ и время совершения тех или иных действий. Точные данные о выборе места жительства не всегда доступны, поэтому важно получить информацию о продолжительности пребывания в том или ином месте, чтобы объяснить происходящие процессы. Выбор пункта назначения можно рассмотреть в историческом контексте (например, когда люди переехали в то или иное место, как долго они жили в другом доме, сменили ли их дети школу?), но эти данные могут быть сложны для интерпретации. Другие важные вопросы связаны с использованием автомобилей (например, когда люди получили водительские права, купили ли они новый автомобиль взамен старого?).

Время возникновения и продолжительность видов деятельности можно определить по обычным дневникам поездок или дневникам деятельности (т. е. для этого не обязательно проводить панельное исследование). Как минимум, рекомендуется добавить в опросы домохозяйств ретроспективные вопросы о смене места жительства и работы. Кроме того, необходимы вторичные данные о ценах и качестве (жилья).

ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ

Участники семинара пришли к единому мнению, что эта область изучена недостаточно, особенно в отношении городов. Нет качественных данных о грузопотоках в городских районах. Необходимо собирать данные не только о транспортных потоках, но и о грузах, а также о типах транспортных средств, которые их перевозят.

С другой стороны, моделирование грузоперевозок развилось в самостоятельную область транспортной деятельности. Проблемы в этой сфере имеют еще меньше общих черт, чем в случае с пассажирскими перевозками, и создание базовых моделей сопряжено с огромными трудностями. Важно привлекать экспертов в этой области к нашим совещаниям, поскольку их участие отвечает политическим потребностям.

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫБОР ВРЕМЕНИ

В отличие от большинства методов поведенческого анализа, для динамического распределения требуется подробная информация о сети, включающая вторичные данные, время и стоимость проезда и т. д. Также необходимы данные о выборе маршрута (как для автомобилистов, так и для пассажиров общественного транспорта, как для постоянных, так и для нерегулярных путешественников). В связи с этим очень важно иметь данные о невыбранных элементах набора вариантов, но найти их довольно сложно. По сути, определение набора вариантов и их измерение являются ключевыми аспектами сбора информации: здесь представляют интерес данные о дорожных указателях и реакции на знаки переменной информации (VMS). В целом все вышеперечисленное является недостаточно изученными областями.

Ключевой проблемой является сбор данных для валидации модели, особенно в контексте изменения интенсивности или условий дорожного движения. Еще одна интересная возможность — сравнение моделей распределения транспортных потоков в разных городах. Обсуждалась возможность создания универсального набора данных для тестирования моделей.

Выбор времени суток сопряжен с необходимостью выбирать между опозданием и ранним прибытием. Существует проблема планирования, связанная с предпочтительным для каждого человека временем прибытия в пункт назначения. В целом здесь необходимы данные о заявленных предпочтениях (SP), а также дополнительная информация об ограничениях на время входа и выхода и гибкости рабочего графика.

ПАРКОВКА

Это одна из наиболее доступных переменных политики, и ее необходимо моделировать более эффективно (то же самое относится и к пешеходным системам). Парковка должна быть включена в общие процедуры моделирования (например, наличие парковки является определяющим фактором при выборе вида транспорта), хотя есть свидетельства того, что результаты не могут быть перенесены в разные культуры или города. К сожалению, сбор данных о парковках - дело непростое: работа на местах при въезде/выезде на парковочные места обходится дорого и не является окончательной. Существуют проблемы с предложением (вместимость и

продолжительность парковки); например, что происходит, когда больше нет свободных мест? Особенно это касается частных автостоянок. Кроме того, продолжительность, очевидно, зависит от цели. Что касается спроса, то можно прибегнуть к данным SP (спросив, что происходит, когда автостоянка заполнена), а также к прямым наблюдениям для целей проверки.

При опросах домохозяйств необходимо спрашивать не только о том, сколько было заплачено, но и о том, где была припаркована машина (хотя при поездках необязательного характера об этом вспоминают нечасто). В случае поездок на общественном транспорте для людей, у которых есть личный автомобиль, важно знать, сколько бы стоила парковка. При опросах сотрудников следует запрашивать данные о парковочных местах.

РАЗМЕР ВЫБОРКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОВЕРКИ МОДЕЛИ

В этой области практически нет ничего толкового. Можно найти только эмпирические правила (например, 30 наблюдений на параметр), которые на практике могут оказаться абсурдными, поскольку не учитывают вариативность данных. Существуют формулы для расчета размера выборки для чистых данных, но не для предсказаний модели или результатов (например, ценности времени).

При оценке модели переменные сохраняются, если t-статистика превышает стандартные критические значения. Однако такие «правила» лишь гарантируют правильность знаков и предполагают, что модели заданы корректно (что не всегда так). Таким образом, наши статистические методы плохо подходят для решения задач, к которым они применяются. Данные SP имеют свои особенности (например, повторяющиеся наблюдения).

Необходимы исследования для определения подходящего размера выборки (т. е. такого, который гарантирует определённую степень точности) для типичного транспортного исследования. Важный вопрос заключается в том, можно ли определить рекомендуемый порядок оценки доверительных интервалов.

Еще один важный и часто упускаемый из виду вопрос — это валидационные выборки. Некоторые ключевые вопросы о ценности модели невозможно решить без независимых данных для сравнения моделей.