

Ембулаев Владимир Николаевич

Дегтярёва Ольга Григорьевна

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Россия. Владивосток

Метод научного подхода в исследовании транспортной системы крупного города

Технология научного подхода в исследовании объекта включает пять этапов, каждый из которых является дальнейшей детализацией и более глубоким изучением тех или иных аспектов деятельности и функционирования изучаемого объекта. Показано его применение на примере исследования транспортной системы крупного города.

Ключевые слова и словосочетания: транспорт, маршрут, пассажиропоток, управление, остановочные пункты.

Метод научного подхода в исследовании изучаемых объектов предусматривает последовательность выполнения следующих этапов: 1) постановка цели исследования; 2) описание и анализ объекта исследования; 3) конкретизация цели исследования; 4) анализ и оценка альтернатив; 5) выбор наиболее эффективного варианта решения проблемы. Если на этапе 4 анализ и оценка альтернатив выявили невозможность реализации поставленной подцели по тем или иным причинам, то необходимо вернуться на этап 2 и определить новую подцель. Если же на этапе 5 оказалось невозможным в ближайшее время осуществить поставленную цель, то возвращаются на этап 1 и выбирают новую цель.

Метод научного подхода к исследованию изучаемого объекта можно представить в виде схемы, представленной на рис. 1.

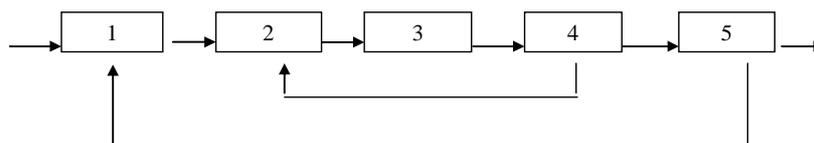


Рис. 1. Схема последовательности этапов метода научного подхода к исследуемому объекту

Каждый из этапов последовательности научного подхода является дальнейшей детализацией и более глубоким изучением тех или иных аспек-

тов деятельности и функционирования исследуемого объекта. Исходным пунктом является формулировка основной цели исследования и промежуточные процедуры процесса её достижения (этап 1). На основе целей и подцелей производится анализ существующего положения исследуемого объекта (этап 2). Результаты этого анализа должны дать возможность подойти к формированию области новых подцелей (этап 3), достижение которых будет способствовать удовлетворению предъявленных к объекту требований. Выявленные конкретные подцели должны быть подвергнуты анализу по определению степени их реальной осуществимости (этап 4). Эти результаты следует рассматривать как альтернативы решения проблемы. При анализе альтернатив производится выбор наиболее эффективного варианта исследуемого объекта, реализация которого возможна в ближайшее время (этап 5).

Поскольку на этапе 5 осуществляется выбор наиболее эффективного варианта решения поставленной цели, то выделяются следующие основные аспекты изучения процесса принятия решения:

1) *Результат*: Что должно быть сделано? Почему это должно быть сделано? Что ещё может быть сделано? Что следовало бы сделать?

2) *Место*: Где должно быть сделано? Почему это должно быть сделано именно в этом месте? Где ещё может быть сделано? Где это следовало бы сделать?

3) *Время*: Когда это должно быть сделано? Почему это должно быть сделано в это время? Когда это может быть сделано? Когда это следовало бы сделать?

4) *Ресурсы*: Какие ресурсы необходимы для этого? Почему требуются эти ресурсы для этого? Какие ещё ресурсы могут быть использованы для этого? Какие ресурсы следовало бы использовать для этого?

5) *Метод*: Как это следует сделать? Почему это должно быть сделано именно так? Как это следовало бы сделать?

6) *Обоснование*: Почему мы это делаем?

7) *Назначение, Причины, Последствия*: Почему это следовало бы сделать?

Постепенное упрощение достигается постоянной постановкой следующих вопросов: как можно устранить, скомбинировать, стандартизировать, передать, модифицировать, упростить?

В этом и заключается технология метода научного подхода к изучению исследуемого объекта. Рассмотрим его применение в изучении транспортной системы крупного города.

Постановка цели исследования. Городской пассажирский транспорт (ГПТ) как одна из социально значимых отраслей городского хозяйства играет большую роль в обеспечении качества жизни городского населения. Пожа-

луй, это один из немногих секторов экономики, результаты которого в полной мере ощущают на себе все жители города. От эффективности функционирования пассажирского транспортного комплекса во многом зависит сохранение социальной, экономической и политической стабильности жизни города.

В крупных городах перевозка пассажиров осуществляется несколькими видами ГПТ: автобус, трамвай, троллейбус, метрополитен, городские участки пригородных железных дорог. В ряде городов используется водный (речной, морской) и специальные виды пассажирского транспорта (фуникулёры, подвесные дороги, вертолёты).

Все виды ГПТ представляют собой комплексную и единую транспортную систему города. Причём в целом система ГПТ представляет собой сложное многоотраслевое хозяйство, основными элементами которого выступают: транспортные средства (ТС), путевые сооружения и устройства, гаражи, депо, заправочные станции, диспетчерские пункты и т.д.

В свою очередь, транспортная система крупного города является одной из подсистем городского хозяйства, куда входят ещё подсистемы промышленность, обслуживание, жилой фонд, население и которые выступают в качестве внешней среды. Транспортная система города предназначена для удовлетворения нужд города в пассажирских перевозках. В ней есть единая цель функционирования всех её элементов – удовлетворение спроса населения города на транспортное обслуживание.

Поскольку основной целью системы ГПТ крупного города является удовлетворение спроса населения на транспортное обслуживание, то задачей исследования является изучение организационной и функциональной структуры транспортной системы крупного города в целях выявления слабых мест в управлении удовлетворением спроса населения города в транспортном обслуживании. Для более глубокого изучения системы управления перевозками пассажиров в городах на втором этапе следует рассмотреть детальное описание и анализ организационной структуры системы ГПТ крупного города.

Описание и анализ объекта исследования. Вначале транспортную систему следует разложить на составные части: объект управления (управляемая система) и субъект управления (управляющая система). В качестве объекта управления рассматривается весь пассажирский транспорт, используемый в перевозках населения крупного города. В качестве субъекта управления рассматривается совокупность органов, инструментов, средств и методов для управления перевозками пассажиров в городах всеми видами ГПТ.

В крупных городах перевозка пассажиров осуществляется тремя-пятью видами ГПТ. В этом случае объект управления имеет четырёхуровне-

вую иерархическую структуру (снизу вверх): подвижная единица – отдельный маршрут – маршрутная сеть одного вида транспорта – маршрутная сеть города различных видов транспорта. В соответствие должен быть и субъект управления с четырёхуровневой иерархической структурой: водитель – диспетчер – транспортное управление – координирующий орган. При этом водитель управляет ТС, обеспечивая перевозочный процесс на маршруте, диспетчер координирует работу всех ТС на одном маршруте согласно установленному расписанию, транспортное управление координирует работу по перевозке пассажиров на всех маршрутах одного вида транспорта, а координирующий орган должен координировать работу по перевозке пассажиров на маршрутах всех видов транспорта.

Следовательно, на определённом этапе развития крупных городов в целях совершенствования организационной структуры управления перевозками пассажиров возникает необходимость создания координирующего органа, функционирование которого предусматривает решение следующей задачи координации: как организовать взаимодействие между транспортными управлениями, чтобы их автономно функционирующая деятельность была направлена на достижение целей, стоящих перед всей транспортной системой города.

В процессе управления перевозками пассажиров в городах постоянно приходится сравнивать значения полного спроса и фактически выполненного, осуществлять поиск причин, которые приводят к невыполнению полного спроса, и выработать команды по устранению этих причин. Так как эти задачи решаются на уровне координирующего органа и транспортных управлений, то для более глубокого изучения системы управления перевозками пассажиров в городах на третьем этапе следует детально описать и проанализировать организационную структуру на первых двух уровнях иерархической структуры субъекта управления.

Конкретизация цели исследования. Двухуровневая иерархическая структура субъекта управления представляет собой служебную иерархию, состоящую из координирующего органа на верхнем уровне и транспортных управлений на нижнем уровне. В каждом транспортном управлении можно выделить следующие функции руководства: планирование, организацию, контроль, учёт, анализ и регулирование.

Согласно последовательности принципиальной схемы управления из всех функций руководства планирование – это наиболее активный организационный способ воздействия на функционирование транспортной системы, и поэтому задачи планирования являются определяющими для управления перевозками пассажиров в городах.

В транспортной системе различают три периода планирования: перспективное, текущее и оперативное. Периоды планирования, будучи связанными между собой единством достижения общей цели (удовлетворение спроса населения города на транспортное обслуживание), образуют непрерывную последовательность планирования работы транспортной системы по обеспечению пассажирских перевозок.

Основная цель перспективного планирования – спроектировать развитие транспортной системы, в то время как текущего планирования – осуществить эксплуатацию системы и на этапе оперативного планирования проводить корректировку плана в соответствии со сложившейся ситуацией на отдельных маршрутах города.

Задачи перспективного и текущего планирования отличаются по значимости (градостроительные и эксплуатационные), степени оперативности (проблемные и текущие), условиям реализации (требующие больших капитальных затрат или только проведения организационных мероприятий). Отсюда достоверность информации при решении задач текущего планирования выше, чем для задач перспективного планирования. Отметим также, что задачи текущего планирования являются определяющими для задач оперативного планирования.

Таким образом, наиболее важными в системе управления считаются задачи текущего планирования, т.к. их решение осуществляется на основании конкретных (фактических) потребностей населения в поездках в сравнении с задачами перспективного планирования, и являются базой для решения задач оперативного планирования.

Однако следует признать, что традиционный подход к использованию электронно-вычислительной техники для решения задач текущего планирования не получил широкого применения на практике. Это объясняется тем, что персонал управления фактически не решает каждый раз задачи заново, а корректирует ранее принятые решения на основе новой исходной информации о потребностях населения в поездках. Поэтому исследования в области автоматизации информационного обеспечения решаемых задач актуально для изучения функциональной структуры транспортной системы.

Следует отметить, что информацию для решения задач текущего планирования можно разделить на пять видов: данные о пассажиропотоках, данные о структуре маршрутной сети, данные о ТС, количественные и качественные показатели функционирования транспортной системы, экономические показатели.

Структура маршрутной сети ГПТ и состав ТС являются относительно стабильными, поэтому данные о них можно представить как условно-

постоянные массивы. Экономические показатели можно считать нормативным массивом. Данные о пассажиропотоках, а также количественные и качественные показатели работы транспортной системы представляются в виде переменных массивов. Их значения меняются в зависимости от периодичности решения задач и вызывают основные трудности в информационном обеспечении решения задач текущего планирования. Причём количественные и качественные показатели работы транспортной системы определяются, в конечном счёте, мощностью осваиваемых пассажиропотоков.

Следовательно, основной информацией для решения задач текущего планирования и для определения показателей работы транспортной системы являются данные, характеризующие изменения потоков пассажиров во времени и в пространстве. Именно величина пассажиропотоков, их распределение по направлениям, колебания по часам суток, дням недели, сезонам года и другие характеристики позволяют обоснованно спланировать маршрутную сеть, виды ППТ по обслуживанию населения в поездках, частоту движения ТС по маршрутам, мощность энергоснабжения, потребный парк ТС, систему организации движения ТС по маршрутам и т.д. Поэтому одним из важнейших вопросов в системе управления перевозками пассажиров в городах является постоянное изучение пассажиропотоков как источник получения спроса населения города на транспортное обслуживание.

Пассажиропотокам свойственны колебания как во времени (внутри часа, по часам суток, дням недели, месяцам, сезонам и годам), так и в пространстве (по сети маршрутов, по отдельным маршрутам, по перегонам, участкам маршрутов и направлениям движения). Поэтому изучение пассажиропотоков должно быть всесторонним и систематическим.

В настоящее время изучению пассажиропотоков в городах уделяется недостаточное внимание. Объясняется это, в основном, несовершенством методов сбора и обработки материалов обследования, которые составляют основу изучения спроса населения города на транспортное обслуживание. Поэтому в целях углубления исследования системы управления перевозками пассажиров в городах на четвёртом этапе необходимо рассмотреть источники получения информации о пассажиропотоках для решения транспортных задач или, другими словами, рассмотреть способы получения данных, в результате обработки которых так или иначе определяют спрос населения города на транспортное обслуживание.

Анализ и оценка альтернатив. Как показывает опыт, единственным и основным источником получения информации о пассажиропотоках в городах являются всевозможные натурные обследования, проводимые на транспорте. В зависимости от объёма и состава первичной и конечной информации, способов её получения и обработки, а также от характера практи-

ческого использования результатов все методы обследования пассажиропотоков характеризуются следующим разделением: отчётно-статистический (билетный), визуальный (глазомерный), табличный, талонный, анкетный и различные их модификации.

Отчётно-статистический (билетный) метод основан на получении информации о проданных билетах за конкретный период времени, который используется при решении некоторых оперативных вопросов.

Визуальный (глазомерный) метод основан на приближённых оценках наполнения ТС по балльной системе водителями, кондукторами или специальными учётчиками на перегонах маршрута, и эти данные затем используются для перераспределения ТС, анализа работы ТС и т.д.

Табличный метод обследования пассажиропотоков основан на определении количества входящих и выходящих пассажиров на всех остановках маршрута в каждом рейсе. Полученные данные используются при выборе ТС и их распределении по маршрутам, при составлении расписания движения ТС и т.д.

Талонный метод обследования пассажиропотоков основан на регистрации учётчиками остановок посадки и высадки каждого пассажира. Этот метод позволяет определить количество проехавших пассажиров между каждой парой остановок (корреспонденции пассажиропотоков) и, следовательно, выявить помаршрутное распределение пассажиропотоков. Данная информация позволяет решать весь комплекс задач текущего планирования для каждого отдельного маршрута, в том числе производить корректировку маршрутов, организацию экспрессных и укороченных сообщений, а также разработать организационные мероприятия для уменьшения времени пересадки пассажиров на соприкасающихся участках маршрутов.

Талонный метод является весьма сложным в организационном отношении и даёт большие ошибки при сборе исходной информации.

Анкетный метод предусматривает опрос населения путём заполнения анкет о цели и характере передвижения. Этот метод предназначен, в основном, для решения вопросов, касающихся реконструкции существующих или проектирования новых транспортных схем.

В настоящее время накоплен большой опыт натурных обследований, позволяющий оценить положительные и отрицательные стороны каждого из применяемых методов. К существенным недостаткам относятся высокая стоимость и трудоёмкость обследований, значительные затраты времени на обработку полученных материалов, низкая точность и ограниченность объёма информации, привлечение большого числа людей для организации, проведения и обработки материалов обследований пассажиропотоков. Поэтому механизация и автоматизация этих работ имеют большое практиче-

ское значение. Отсюда на пятом этапе необходимо рассмотреть наиболее доступный с экономической и технической точек зрения источник получения информации о пассажиропотоках, который позволит автоматизировать процессы сбора и обработки информации о пассажиропотоках.

Выбор наиболее эффективного варианта решения проблемы. Как показал анализ, наиболее перспективными в этом плане являются два метода обследования пассажиропотоков – талонный и табличный.

Талонный метод получил более широкое применение в практических целях, так как позволяет получать информацию о маршрутных корреспонденциях пассажиропотоков (МКП), являющуюся базовой для решения широкого класса задач в управлении перевозками пассажиров в городах. Кроме того, в крупных городах до 80% длины маршрутной сети составляют участки движения ТС соприкасающихся маршрутов. Игнорирование этого факта приводит к значительным отклонениям режимов работы транспорта от планируемых. Планирование же с учётом соприкасающихся участков различных маршрутов требует владения информацией о МКП.

Существенным недостатком использования талонного метода является большая трудоёмкость сбора и обработки материалов, особенно сортировка талонов, а также высокая стоимость организации и проведения обследования пассажиропотоков, поэтому оно проводится, как правило, не чаще одного раза в 3 – 5 лет. В результате сбора исходной информации потери, особенно в часы пик, составляют в среднем 13, а в отдельных случаях достигают 40 и более процентов. Обработка материалов обследования длится 6–12 месяцев, в результате чего полученная информация теряет свою актуальность в системе управления перевозками пассажиров в городах.

Достоинством табличного метода обследования пассажиропотоков заключается в том, что отсутствие непосредственного контакта между учётчиком и пассажирами во время проведения обследования позволило разработать технические средства для автоматизации сбора исходных данных и фиксировать их на машинных носителях.

Основным недостатком табличного метода в сравнении с талонным считается невозможность получения информации о МКП в результате обработки данных входа-выхода, что не даёт возможности широко использовать его в практических целях.

В этих условиях совершенствование системы информационного обеспечения для решения задач в управлении перевозками пассажиров возможно в двух направлениях: разработка технических средств фиксации первичной информации талонного метода обследования с дальнейшей её обработкой на электронно-вычислительной технике, которые нашли бы широкое применение в практических целях; разработка системы обработки ин-

формации о пассажиропотоках, позволяющей по данным входа-выхода получать расчётным способом идентичную информацию с талонным методом обследования.

Разработка технических средств для автоматизации сбора исходных данных талонным методом, которые нашли бы широкое практическое применение в ближайшее время у специалистов, вызывает сомнение. Поэтому совершенствование системы информационного обеспечения решаемых задач в управлении перевозками пассажиров в городах необходимо вести по пути совершенствования табличного метода обследования пассажиропотоков.

Решение задачи определения элементов МКП по данным входа-выхода позволяет разработать такую систему сбора и обработки информации о пассажиропотоках, по которой организация и стоимость проведения обследования остаются такими же, как и при табличном методе, а в результате обработки материалов обследования получать ту же информацию, что и при талонном методе. При этом можно выделить следующие преимущества: уменьшается количество бланков, необходимых для сбора первичной информации при ручном способе сбора исходных данных; отсутствие прямого контакта учётчиков с пассажирами в процессе сбора исходных данных уменьшает количество ошибок и потерю информации; появляется возможность привлекать к обследованию работников с минимальной предварительной подготовкой (не нужно запоминать названия остановочных пунктов на маршруте, знать местный язык и т.д.); облегчены предварительная обработка и систематизация первичной информации перед вводом в электронно-вычислительную технику и сокращено время, требуемое на её обработку.

Стоимость проведения обследования и дальнейшей обработки информации о пассажиропотоках в сравнении с талонным методом уменьшается в этом случае где-то в десятки раз. При этом будут не только получать прямую экономию трудовых ресурсов, но и повышать эффективность принимаемых управленческих решений. Поэтому решение задачи определения МКП по данным входа-выхода является весьма важным этапом во всей работе по совершенствованию системы управления перевозками пассажиров в крупных городах.

Таким образом, анализ применяемых натуральных обследований подвижности населения в городах показал, что наиболее перспективным в целях автоматизации информационных преобразований (сбор и регистрация, передача, хранение, обработка, выдача результатов) является табличный метод обследования пассажиропотоков, предусматривающий сбор информации о данных входа-выхода на всех остановочных пунктах маршрута в каждом рейсе. Однако при этом выявлена необходимость решения следующей

задачи – разработать математическую модель расчётного определения элементов маршрутных корреспонденций пассажиропотоков по данным входа-выхода. Это обусловлено тем, что широкий класс задач в управлении перевозками пассажиров в городах решается на базе этой информации.

В работе [1] разработана математическая модель расчётного определения элементов маршрутных корреспонденций пассажиропотоков (X_{ij}) по данным входа-выхода, которая имеет следующий вид:

$$x_{ij} = \begin{cases} a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir}, & \text{если } 1 < i < n \text{ и } j = n; \\ \frac{a_i b_j}{Q_{j-1}}, & \text{если } 1 < i < n, 1 < j < n \text{ и } i < j; \\ b_j - \sum_{r=i}^{j-1} x_{ir}, & \text{если } i = j-1 \text{ и } 1 < j < n, \end{cases}$$

где a_i , $1 \leq i \leq n$ – число вошедших пассажиров в ТС на i -м ОП маршрута;

b_j , $1 \leq j \leq n$ – число вышедших пассажиров из ТС на j -м ОП маршрута;

n – число остановок на маршруте;

Q_j – число пассажиров в салоне ТС при отправлении от j -й остановки, определяется по следующей формуле:

$$Q_j = (Q_{j-1} - b_j) + a_j = \sum_{r=1}^j (a_r - b_r),$$

где a_{ij} – число пассажиров, потенциально корреспондирующих от i -й до j -й остановки, определяется по формуле:

$$a_{ij} = a_i - \sum_{r=i+1}^{j-1} x_{ir},$$

причём для $j=i+1$ $a_{ij} = a_i$.

Данная формула позволяет автоматизировать процессы обработки данных входа-выхода с получением информации о маршрутных корреспонденциях пассажиропотоков, что позволяет значительно расширить класс решаемых задач

1. Ембулаев В.Н. Теоретические основы и методы управления транспортной системой крупного города / В.Н. Ембулаев. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 212 с.