

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК

УДК 656.224(-214)

Т. А. ВЛАСЮК, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРИГОРОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ
С УЧЕТОМ СЕГМЕНТАЦИИ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ**

Крупные и большие города Республики Беларусь сегодня достигли высокого уровня автомобилизации, при котором дальнейшее увеличение количества транспортных средств на единицу длины транспортной сети приведет к предельному состоянию четвертой сферы материального производства. Поэтому необходимо развивать модельный вектор, определяющий пути решения транспортной проблемы с приведением запросов пассажиров, воспитанных на высокой культуре отношения к транспорту и его возможностям по обеспечению достижения равновесия в социотехнической системе, что требует разработки ее математической модели с учетом сегментации рынка транспортных услуг.

Решение проблемы по обеспечению комфортных условий для пригородных пассажиров в пути следования на железнодорожном транспорте во многом определяется их социальными установками поведения, при которых на первый план выступают качественные показатели, характеризующие комфорт поездки как некоторую систему, состоящую из двух видов элементов, имеющих прямое или косвенное отношение к его проявлению.

Прямое отношение к качеству перевозки имеют количество пассажиров в вагоне пригородного поезда, питание, качество мест для сидения (мягкий или жесткий вагон дизель-поезда), музыкальное сопровождение поездки и наличие видеосалона, а косвенное – стоимость билета, длительность поездки. Поэтому выбор той или иной схемы совершенствования организации пригородных пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте помимо технических реорганизаций требует учета этических норм общества и сложившихся традиций, являющихся многовековой культурой белорусского народа, что позволяет формировать определенные требования к транспортной услуге-перевозке и использовать для сегментации рынка.

Сегодня сегментация рынка пригородных перевозок на железнодорожном транспорте ориентирована, прежде всего, на сложившуюся в 80-е годы XX века структуру пассажиропотока, в которой приоритетными признаками являлись: *цель поездки и частота ее совершения, время суток, сезонность*. В настоящее время этого недостаточно, чтобы конкурировать на рынке транспортных услуг, где сервисное обслуживание пассажиров определено многочисленными изменениями, произошедшими в современном обществе в начале XXI века, вызванными демографическими, психографическими, поведенческими и другими факторами. Например, демографическая сегментация

предполагает деление рынка транспортных услуг на группы по таким признакам, как *возрастной состав, уровень дохода, социальный статус* и т. п.

Сервисное обслуживание различных возрастных групп населения связано с созданием нового подвижного состава для пригородных перевозок, в котором имеются вагоны для молодых семей с детьми или деловых поездок, оснащенные компьютерными коммуникациями и т. д. Следует также учитывать принадлежность пассажиров к тому или иному сегменту рынка не только по размерам дохода, но и *рода занятий, источника дохода, образования, состояния здоровья* и других аспектов.

На практике нет единого способа организации сегментации рынка транспортных услуг, поэтому необходимо формирование основополагающих данных для реализации данного направления на практике.

Мировая статистика показывает, что доля услуг за прошедшие 25 лет увеличилась в валовом национальном продукте развитых стран с 54 до 65 %, развивающихся стран – с 40 до 50 %. Сервисное обслуживание в этих странах очень широко распространено и часто превращается в самостоятельную отрасль экономики, принося в казну государства до 30 % от общего объема прибыли. В некоторых отраслях прибыль от сервисного обслуживания достигает 50 % и задействовано до 25 % от основного персонала, обеспечивающего перевозки, что является хорошей базой для обеспечения активной роли молодежи в сфере услуг, а также увеличения доходов и повышения уровня жизни населения.

Однако сегодня, как показывает анализ опросов, значительная часть пассажиров не удовлетворена условиями проезда в пригородном сообщении по скорости, расписанию поездов, сервису и комфорту. Причем за удовлетворение своих по-

требностей в комфорте транспортного обслуживания 30 % пассажиров готовы платить выше на 20–30 % существующей цены билета на проезд в пригородном сообщении. В этом направлении железнодорожный транспорт сегодня работает недостаточно, и в пригородных поездах пассажир не по-

лучает жизненно необходимого уровня обслуживания его гигиенических и физиологических потребностей.

В таблице 1 приведены факторы и признаки сегментации рынка транспортных услуг в пригородном сообщении.

Таблица 1 – Факторы и сегменты рынка транспортных услуг в пригородном сообщении

Факторы	Сегмент рынка	Признаки сегментации	
Демографические	Половая принадлежность	<i>Пол (мужской, женский)</i>	
	Возрастной состав	<i>Дети, молодые люди, средний возраст, пожилые люди</i>	
	Семейное положение	<i>Молодые люди, не состоящие в браке</i>	
		<i>Молодые семьи без детей</i>	
		<i>Молодые семьи с одним ребенком (не старше 6 лет, старше 6 лет)</i>	
		<i>Молодые семьи с двумя детьми (младший ребенок не старше 6 лет, старше 6 лет)</i>	
		<i>Семьи старшего возраста с детьми</i>	
		<i>Семьи старшего возраста без детей моложе 18 лет</i>	
<i>Одинокие пожилые люди</i>			
Социально-психологические	Социальный статус	<i>Сфера занятости (промышленность, сельское хозяйство и т. д.)</i>	
		<i>Уровень дохода (высокий, средний и т. д.)</i>	
		<i>Образование (высшее, среднее и т. п.)</i>	
	Стиль жизни	<i>Обычный</i>	
		<i>Богемный</i>	
		<i>С видоизменениями</i>	
	Тип личности	<i>Общительная</i>	
		<i>Авторитарная</i>	
		<i>Уравновешенная</i>	
		<i>Вспыльчивая</i>	
		<i>Агрессивная</i>	
		<i>Покорная</i>	
	Социальный класс	<i>Низший</i>	
<i>Средний</i>			
<i>Элитарный</i>			
Экономические	Цель поездки	<i>Работа, отдых, туризм, свадебное путешествие, спорт, на дачу, посещение родственников и т. п.</i>	
	Искомые выгоды	<i>Доступная цена, безопасность поездки, удобство расписания, качество, сервис, отсутствие другого вида транспорта и др.</i>	
	Частота совершения поездки	<i>Высокая – ежедневно, нормальная – 2–3 раза в неделю, средняя – 1 раз в месяц, слабая – 1–2 раза в год</i>	
Географические	Район посещения	<i>Урбанизированный, субурбанизированный, агроценозы, рекреационная зона и т. п.</i>	
	Плотность населения	<i>Высокая, средняя, низкая</i>	
	Климат	<i>Умеренно-континентальный (зоны: Северо-Западная, Центральная, Юго-Западная, Юго-Восточная)</i>	
Транспортное обслуживание	Вид сообщения	<i>Пригородное</i>	<i>беспересадочное с пересадкой</i>
		<i>Пригородно-городское</i>	<i>беспересадочное с пересадкой</i>

Таким образом, на основании представленной в таблице 1 сегментации рынка пригородных перевозок на железнодорожном транспорте можно выполнить унификацию и стандартизацию основных признаков, что позволит различным видам транспорта взаимно использовать результаты обследования рынка транспортных услуг и снизить затраты на проведение исследований. Помимо вышеприведенных признаков таблица 1 может быть также дополнена информацией о конкурен-

тах-перевозчиках, расстоянии следования пассажиров, временных периодах и др.

Как видно из таблицы 1, сервис обслуживания пассажиров пригородного сообщения предполагает индивидуальный подход в организации основной услуги – перевозке массовых, социально значимых, платежеспособных пользователей, предоставление для них сопутствующих и дополнительных услуг, которые придают основной услуге большую привлекательность и способствуют лучшему обеспе-

чению комфортности поездки и ее восприятию. Особенно большое значение сопутствующие и дополнительные услуги приобретают в настоящее время, что вызвано развитием рыночных отношений и усилением конкуренции на рынке транспортных услуг.

Учет потребностей основных сегментов пассажиропотока в удобное время отправления и прибытия пригородных поездов по начальным и конечным станциям, в рабочие, выходные и праздничные дни должен производиться при прокладке ниток графика движения поездов. Это обеспечивает адресность назначаемых поездов и их заполняемость при прочих равных условиях эксплуатации. Неучет целей поездки, режима работы (учебы) и других побудительных факторов в значимых сегментах ведет к невостребованности проложенных ниток графика движения поездов, неоправданному ожиданию их отправления пассажирами и переходу части из них на автомобильный транспорт.

Однако вышеприведенные факторы могут быть стимулом антагонистически связанного развития в границах создаваемой социотехнической системы (СТС). Например, для пассажиров более комфортной является поездка при минимальном их количестве в вагоне, а для железной дороги с экономической точки зрения – наоборот.

Эффект такого противодействия может быть выражен в случае аппроксимации процессов A_t (увеличение количества пассажиров) как функции действия и R_t (развитие ответной реакции со стороны железной дороги) как функции противодействия соответственно монотонно изменяющимся зависимостям. В данном случае можно воспользоваться линейной аппроксимацией, т. е. задаться $A_t = \gamma t$ и $R_t = R_0 - \alpha t$.

Следовательно, для фиксированного момента времени имеем взаимосвязь

$$R_t = R_0 - \frac{\alpha}{\gamma} A_t, \quad (1)$$

где α , γ – соответственно скорость изменения показателей R_t , A_t .

Функциональная аппроксимация исходных данных A_t , R_t имеет сложный вид, однако принципиальный характер их антагонистического развития будет иметь последствия, аналогичные представленным выше.

Рассмотренный пример свидетельствует также об интегродифференцированном характере проявления социотехнического эффекта, т. к. сопоставляются не только абсолютные значения уровней A_t , R_t , но и производные α и γ процессов разви-

тия обоих потоков во времени, т. е. $\alpha = dR_t / dt$, $\gamma = dA_t / dt$.

Реализация взаимодействующих потоков A_t и R_t находит свое выражение в многоаспектном представлении социально-технических связей между факторами (см. таблицу 1), характер которых можно представить в виде линейной, плоской и пространственной моделей. Пример линейной модели приведен на рисунке 1.

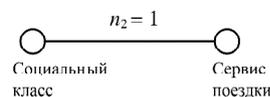


Рисунок 1 – Линейная модель формирования социально-технических связей между факторами

Линейная модель предполагает интегральное выражение связи между фактором и признаком сегментации и является двухфакторной с одной взаимосвязью $n_2 = 1$, явное представление которой может идти по двум направлениям:

- 1) социальный класс \rightarrow сервис в поездке;
- 2) сервис в поездке \rightarrow социальный класс.

Аналогичным образом формируются взаимосвязи между другими факторами и признаками сегментации и для других условий социотехнической системы.

Каждый из перечисленных в таблице 1 факторов выступает как эмпирическое обобщение значительных по своим масштабам охвата и последствиям проявлений, исследование которых должно проводиться с позиции их индексации признаками сегментации.

Таким образом, математическая модель СТС являясь многофакторной по форме, опирается на методологию статистико-вероятностного представления, формирующего организационно-технологические процессы работы железной дороги. Тогда качество поездки пригородных пассажиров, отвечающее заданным требованиям ее комфорта $[a_k, b_k]$, можно представить характеристикой:

$$P(a_k \leq A_{\epsilon_{\text{СТС}}} \leq b_k) = \int_{a_k}^{b_k} f(\omega) d\omega, \quad (2)$$

где $A_{\epsilon_{\text{СТС}}}$ – интегральная характеристика качества поездки в пригородном сообщении с формируемым показателем комфорта для пассажира $\epsilon_{\text{СТС}}$ в пути следования конкретной социотехнической системы.

При этом социальная прослойка в структуре пригородного пассажиропотока характеризуется определенной областью рассеивания возможных параметров качества с потенциально выраженными признаками количественного соответствия требованиям комфорта, т. е.

$$f(\omega) = f(\omega_i) \rightarrow \sigma(\omega_k) \rightarrow (\omega_{k_a} < \omega_{k_i} < \omega_{k_b}). \quad (3)$$

Ширина такой области может быть количественно выражена через среднее квадратичное отклонение $\sigma(\omega_k)$ или дисперсию $D(\omega_k)$ распределения параметра ω_{k_i} , является в тоже время характеристикой пригородного пассажиропотока некоторой социотехнической системы.

Осуществление оптимизации по социальному критерию в рамках решения вариационных задач целесообразно с позиции взаимообусловленного детерминированного перехода $\omega_x = \varphi(\omega_y) \rightarrow \omega_y = \psi(\omega_x)$, причем $d\omega_x = \varphi'(\omega_y)d\omega_y$.

Необходимо отметить, что механизм образования СТС по организации пригородных перевозок на железнодорожном транспорте связан со всеми процессами, формирующими рынок транспортных услуг. В этом смысле комплексный показатель СТС $(S_{стс})_a$ может рассматриваться как отображение функционально связанных факторов: демографических, социально-психологических и т. п.

Таким образом, развитие представленного направления закладывает единые методологические основы организации рынка транспортных услуг как самостоятельной подсистемы пригородных пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте, обеспечивая приемлемую конкуренцию между различными видами транспорта, и создает стимул для поиска новых технологий, повышения качества обслуживания потребителей транспортных услуг, использования принципов логистики и маркетинга в организации перевозок.

При осуществлении перевозки пассажиров в

пригородном железнодорожном сообщении не следует забывать о том, что железнодорожная станция или вокзал не являются конечным пунктом назначения клиентов железной дороги. Для проезда до места проживания и работы, дачи, места отдыха используются другие виды транспорта, и если на его ожидание затрачивается значительное время, пассажир будет стремиться искать пути сокращения этого непроизводительного времени за счет изменения маршрута следования, смены видов транспорта или приобретения собственного автомобиля. В последнем случае пассажира могут потерять не один, а несколько видов транспорта.

Список литературы

- 1 **Иловайский, Н. Д.** Сервис на транспорте (железнодорожном) : учеб. для вузов / Н. Д. Иловайский, А. Н. Киселев. – М. : Маршрут, 2003. – 585 с.
- 2 **Правдин, Н. В.** Пригородные зоны и зоны тяготения на железнодорожном транспорте (для условий средних и больших городов Республики Беларусь) [монография] / Н. В. Правдин, Т. А. Власюк. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 207 с.
- 3 **Артынов, А. П.** Пригородные пассажирские перевозки / А. П. Артынов, Н. У. Дмитриев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1985. – 161 с.
- 4 **Боровков, А. А.** Математическая статистика : учеб. / А. А. Боровков. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1984. – 472 с.
- 5 **Венцель, Е. С.** Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Венцель. – М. : Высшая школа, 1980. – 467 с.
- 6 **Власюк, Т. А.** Коррелированное влияние различных факторов на формирование и развитие пригородных зон железнодорожного транспорта / Т. А. Власюк / ВИНТИ // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 1. – С. 40–42.
- 7 **Костевич, Л. С.** Исследование операций. Теория игр : учеб. пособие / Л. С. Костевич, А. А. Лапко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн. : Выш. шк., 2008. – 368 с.

Получено 20.09.2009

T. A. Vlasiuk. Developing a mathematical model of socio-technical system of suburban passenger railway transportation, taking into account the segmentation of the transport services market.

Cities and large towns of the Republic of Belarus today reached a high level of motorization, which would further increase the number of vehicles on one unit length of the transport network and limit state fourth sphere of material production.

Therefore it is necessary to develop a model vector that defines the ways to solve transportation problems with these queries of the passengers reared on high culture related to transport and its potential for achieving a balance in socio-technical system that requires the development of a mathematical model based on segmentation of the market for transport services.