

## ПЛАНИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ УСЛУГ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ РЫНКА

*Рассмотрены методы статистического анализа результатов работы городского пассажирского транспорта как составляющие механизма планирования предприятием объема предоставляемых услуг. Отражается возможность интеграции в существующую систему управления предприятием с типовой организационной структурой дополнительных функций в области планирования.*

Об услугах городского общественного транспорта как о рынке перевозок стали говорить с появлением на улицах городов частного пассажирского транспорта. В новых экономических условиях перевозки стали приносить прибыль. Однако деятельность многих предприятий, находящихся в государственной собственности, как и в период плановой экономики, продолжает оставаться убыточной.

Есть целый ряд внешних факторов, действие которых не позволяет пассажирским транспортным предприятиям выйти на уровень самоокупаемости. В то же время нельзя сказать, что внутренние резервы для повышения эффективности полностью исчерпаны.

Одна из причин возникновения убытков в сфере услуг в целом и пассажирских перевозок в частности состоит в следующем: услуги, в отличие от товаров, производятся и потребляются в одной точке в конкретный отрезок времени. И если полностью предложенный объем услуг оказался невостребованным, то не реализованная его часть «умирает» [1]. Затраты на производство не востребованных услуг никогда не восполняются, так как услуга не может храниться и ожидать другого потребителя. Наличие свободных мест (более чем требуется для комфорта пассажиров) в салоне транспортных средств, следующих по маршруту, как раз является невостребованным предложением, и наоборот, переполненные салоны – следствие недостатка предложения в конкретный момент времени.

Отсюда в сфере обслуживания можно определить следующий принцип эффективности – в момент взаимодействия с потребителями следует предлагать только такой объем услуг, который может быть полностью реализован.

Следование обозначенному принципу и является внутренним резервом пассажирских транспортных предприятий. В этой связи значимую роль в управлении предприятием играет планирование объемов предоставляемых услуг во времени и пространстве, адекватное спросу. Под планированием перевозок следует понимать не только составление расписания движения транспорта и графика работы персонала. Это целый механизм и комплекс решений.

Во-первых, следует определить, какие первичные данные по спросу и предложению услуг представляют интерес, и каким образом их можно

собрать. Во-вторых, выбор показателей, которые четко и лаконично описывали бы результат и процесс обслуживания, а также выбор методики их расчета на основе собранных первичных данных должны быть обоснованы. В-третьих, необходимо иметь различные сценарии действий в случае изменений на рынке, о которых, в свою очередь, сигнализируют расчетные показатели и первичные данные.

В сложившейся практике доступными первичными данными о спросе на транспортные услуги являются данные о количестве поездок, совершенных пассажирами за один рейс транспортного средства, пройденный по маршруту. Эти данные фиксируются кондуктором в билетно-учетных листках, поэтому для их сбора не требуется специальных трудоемких и дорогостоящих обследований пассажиропотока.

Чтобы объем предоставленных услуг также измерять в количестве поездок, его следует определить как произведение вместимости транспортного средства и количества остановочных пунктов на маршруте. По сути это максимально возможное предложение транспортных услуг за один рейс. Но можно использовать его значение, скорректированное на коэффициент сменности, предполагая, что на каждой остановке происходит не полная смена пассажиров, а какой-то части, заранее установленной в виде норматива.

Сравнивая объемы предоставленных и потребленных услуг за интервал работы (день, неделю, месяц и т. д.), а также по маршрутам и направлениям, уже можно сделать некоторые выводы об эффективности работы транспорта. В качестве математической конструкции показателя сравнения лучше выбрать безразмерное отношение, где в знаменатель поставить объем предоставляемых услуг, а в числитель – объем потребляемых услуг. Потому не исключено, что предложение окажется полностью невостребованным, и тогда нулю будет равен числитель. Таким образом, значение показателя будет лежать в диапазоне от 0 до 1. Чем выше показатель, тем выше эффективность.

*Примечание:* показатель сравнения отличается от статического и динамического коэффициентов использования вместимости, где в первом случае значение определяется в момент измерения, а во втором – учитывается длина поездки пассажиров [2].

Значение показателя сравнения следует воспринимать с некоторой долей осторожности.

В определенной ситуации он «конфликтует» с уровнем использования основных фондов (фондоотдачей). Например, на линию может выйти только часть парка и демонстрировать высокую эффективность работы, а другая часть транспортных средств в это время будет простаивать.

Использование первичных данных не ограничивается сравнением объемов предоставленных и потребленных услуг. Наоборот, сравнение – это заключительная оценка деятельности по планированию предложения услуг. Первичные же данные – это материал для инструментов анализа, результаты которого являются рекомендательной основой производственного плана.

Поскольку на поведение пассажиров оказывает влияние большое число факторов, то объем потребленных услуг или количество совершенных поездок предлагается рассматривать как случайную величину, а при анализе ее поведения использовать вероятностно-статистический (или математико-статистический) подход.

Исходные статистические данные значений, которые принимает случайная величина в ходе целого ряда наблюдений (совершаемых по маршруту рейсов), можно представить в наиболее распространенной матричной форме «объект-свойство»:

$$\begin{pmatrix} x_1^1(k) & x_1^2(k) & \dots & x_1^m(k) \\ x_2^1(k) & x_2^2(k) & \dots & x_2^m(k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^1(k) & x_n^2(k) & \dots & x_n^m(k) \end{pmatrix},$$

где  $x_i^j(k)$  – количество поездок, совершенных по  $k$ -му маршруту за  $j$ -й рейс в  $i$ -й день работы предприятия. Эти данные образуют некоторую выборку из  $i = 1, 2, \dots, n$  наблюдений (дней) за  $j = 1, 2, \dots, m$  рейсами.

Отдельные «вектор-столбец» и «вектор-строка» матрицы, а также разного рода итоговые значения по строкам и столбцам могут быть представлены в виде вариационного и временного рядов, для анализа которых используется свой инструментарий.

Из всего арсенала методов анализа, которыми располагает математическая статистика, в большей мере потребуется расчет различных показателей описательной статистики и проверка статистических гипотез.

Главная цель всей аналитической работы – получить ответ на два вопроса: каким должен быть общий объем ежедневного предложения транспортных услуг на маршруте и как общий объем предложения должен распределяться в течение дня?

Для ответа на первый вопрос обратимся к суммарным значениям по строкам матрицы первичных данных. Реальная статистика говорит о том, что ежедневно по маршруту совершается различное количество поездок. Означает ли это, что предложение услуг изо дня в день тоже долж-

но меняться или оно должно оставаться постоянным? Все зависит от характеристики колебаний пассажиропотока.

Анализ значений числового ряда следует начать с расчета мер центральных значений и мер разброса. Они хороши тем, что уменьшают весь ряд до одного понятного числа. Первую характеристику колебаниям дает сравнение среднеарифметического значения и медианы. Если эти две меры значительно отличаются, то в числовом ряду присутствуют «выбросы» – одно или несколько очень больших или очень маленьких значений относительно большинства других. На практике это означает, что в какой-то день наблюдался аномально высокий или низкий спрос на поездки. Стоит разобраться в причинах, вызвавших это явление, и учитывать их воздействие на спрос при планировании предложения в будущем. Таким «выбросом», например, может быть высокий спрос на поездки в день проведения общегородских культурно-массовых мероприятий: празднование Дня города, открытое выступление звезд эстрады и др.

В качестве меры разброса ежедневно совершаемых поездок лучше использовать коэффициент вариации, который является относительной величиной. Недостаток применения таких мер, как дисперсия и среднеквадратическое отклонение, заключается в их абсолютном значении, что делает невозможным сравнение показателя по различным маршрутам с разными нагрузками и в разные периоды. Незначительная вариация свидетельствует о постоянстве спроса и является аргументом в пользу постоянства объема предложения.

Общую упрощенную характеристику числового ряда дополняет проверка гипотезы о том, являются ли колебания случайными или статистически значимыми. Для выяснения этого предлагается воспользоваться критерием дисперсионного анализа, а также непараметрическими тестами: Крускала-Уоллиса или медианным тестом [3]. Если колебания носят лишь случайный характер, то прогнозировать их невозможно.

Практически исчерпывающую характеристику колебаниям дает разработанный в математической статистике инструментарий по анализу временных рядов. Известно, что значения временного ряда колеблются под действием четырех типов факторов: 1) долговременные, формирующие общую тенденцию в изменениях; 2) периодические, повторяющиеся в определенное время; 3) циклические, формирующие изменения значений, обусловленные действием долговременных циклов; 4) случайные, не поддающиеся учету и регистрации. Анализ ряда позволяет идентифицировать колебания, оценить их значимость и даже составить модель зависимости значений ряда от времени.

Конечно, чтобы обнаружить колебания под действием долговременных факторов, нужно иметь достаточно протяженный временной ряд. Периоди-

ческие колебания можно выявить, имея статистику за месяц. Например, если каждые шесть дней наблюдаются повторяющиеся колебания, то воздействие выходных дней на спрос становится очевидным. Следовательно, при формировании предложения услуг это должно быть учтено.

Таким образом, из ответа на первый вопрос планирования должно быть ясно, следует ли объем предложения услуг сделать постоянным каждый день или разным. Если предложение рекомендуется варьировать, то необходимо указать в какой день (дни) и насколько его следует изменить.

В качестве реального примера были проанализированы фактические данные за тридцать дней работы по одному из маршрутов в городе Красноярске. Оказалось, что количество совершенных поездок в день находится в диапазоне от 3 301 до 3 949, т. е. максимальная амплитуда колебаний – 648 поездок. Коэффициент вариации составил 6,5 %, а это невысокий показатель. Тесты показали, что колебания не являются статистически значимыми. Медиана и среднее значение оказались близки друг к другу – «выбросов» за период анализа не зафиксировано. В тоже время по воскресеньям всегда совершалось меньше поездок, а по средам и четвергам больше, чем в остальные дни недели.

Второй вопрос, касающийся распределения объема предложения услуг в течение дня, более сложный. Сразу обратимся к фактическим данным (см. рисунок). По горизонтальной оси графика отмечено время дня, по вертикальной оси – среднее количество совершенных поездок за тридцать дней работы транспорта. Таким образом, каждая точка показывает, сколько в среднем совершено поездок в конкретное время или за конкретный рейс.

На графике видно, что спрос на поездки в зависимости от времени дня разный. В данном случае отчетливо просматривается время повышенного спроса или «часы пик» – это интервал времени с 8<sup>30</sup> до 9<sup>30</sup> утром и с 20<sup>00</sup> до 21<sup>00</sup> вечером. Очевидно, что предложение в указанное время должно быть большим по объему, чем в остальное время дня. Управление объемом предложения осуществляется за счет вариации интервалов движения, эксплуатации транспортных средств различной вместимости и использования разных режимов движения, например экспресс движение – без остановок по пути следования.

Но как реагировать на микроколебания? Так называемая «зубчатость» графика образуется, когда за несколько смежных по времени рейсов число перевозимых пассажиров изменяется не монотонно, а скачкообразно. Можно вообще никак не реагировать, а можно с помощью уже упомянутых инструментов управления предложением «сгладить» объем потребляемых в течение дня транспортных услуг. Целесообразность сглаживания состоит в сокращении невостребованного объема предоставляемых услуг.

Коротко процедуру сглаживания можно описать так: сначала выбирается рейс, за который совершается меньшее количество поездок, чем за предыдущий и последующий. Затем принимается решение, что в отношении этого рейса следует предпринимать. Его можно исключить из состава предложения в надежде, что пассажиры воспользуются услугами смежных рейсов, и в целом объем потребляемых услуг не уменьшится. Также можно сдвинуть время его выполнения к смежному рейсу и тем самым снизить амплитуду колебаний.

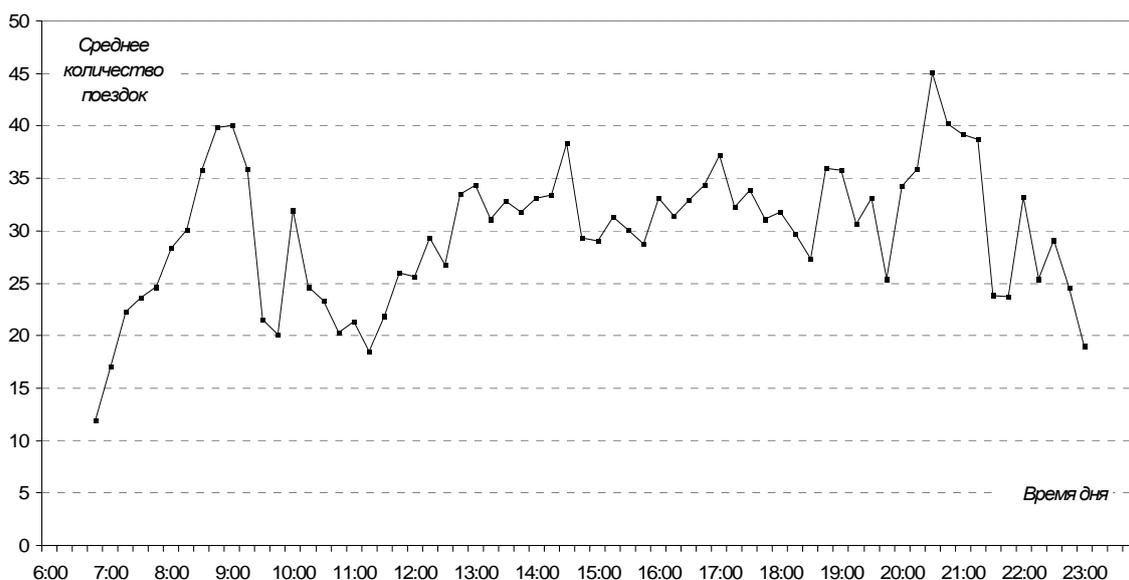


Рис. 1. Динамика количества совершенных поездок в течение рабочего дня

Монотонно изменяющийся объем потребляемых услуг будет означать, что предложение услуг в течение дня близко к оптимальному варианту. Даль-

нейшее повышение эффективности связано уже с соблюдением расписания движения и с решением вопросов, выходящих за рамки планирования.

Рассмотрим вопрос распределения объема предложения в течение дня подробно. На первом этапе следует проверить статистическую гипотезу для временного ряда, являются ли колебания значений случайными, по-другому – остается ли математическое ожидание временного ряда в его динамике постоянным.

В нашем случае гипотеза должна быть отвергнута. Ведь известно, что существуют «часы пик», приближаясь к которым спрос постепенно увеличивается, а после них снижается. Принятие гипотезы будет означать, что объем потребляемых услуг изменяется скачкообразно, и выполнение некоторых рейсов не эффективно.

Проверку гипотезы о неизменности среднего значения временного ряда предлагается осуществить с помощью критерия «восходящих» и «нисходящих» серий [3]. Согласно правилу проверки следует составить вспомогательную последовательности ставится плюс, если за последующий рейс перевезено больше пассажиров, чем за предыдущий, и минус, если пассажиров перевезено меньше, чем за предыдущий рейс (если два или несколько следующих друг за другом наблюдений равны между собой, то принимается во внимание только одно из них). Очевидно, последовательность подряд идущих плюсов будет соответствовать возрастанию значений (восходящая серия), а последовательность минусов – их убыванию (нисходящая серия). Критерий основан на соображении: если колебания значений случайные, то в образованной последовательности знаков общее число серий не может быть слишком малым, а их протяженность (измеренная в количестве подряд идущих плюсов или минусов) – слишком большой.

Отметим, что для приведенного выше примера гипотеза оказалась верна, что указывает на необходимость сглаживания ряда.

Продемонстрируем процедуру сглаживания на интервале времени  $9^{15}$  до  $10^{15}$  (см. рисунок). Показатели описательной статистики четырех «векторов-столбцов», соответствующих рейсам в указанный интервал представлены в табл. 1.

По данным табл. 1 видно, что с  $9^{30}$  до  $10^{00}$  действительно совершалось меньшее количество поездов, чем до и после обозначенного периода, а близость медиан и среднеарифметических значений свидетельствует об отсутствии выбросов. Другими словами, падение спроса в указанное время не случайное событие, и оно повторялось из дня в день. Этот вывод подтверждает и анализ квартилей распределений. Следовательно, на закономерные изменения спроса предприятие просто обязано отреагировать соответствующим изменением предложения услуг. Остается ответить на вопрос: каким же образом?

Исключить «проблемный» рейс или изменить время его совершения? К сожалению, однозначного ответа из анализа первичных данных получить нельзя. Можно с определенной долей вероятности предположить, как поведут себя пассажиры. Опять обращаясь к фактическим данным, были рассчитаны коэффициенты корреляции значений количества совершенных поездов за выбранные рейсы (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что между смежными рейсами коэффициент корреляции принимает отрицательное значение, т. е. чем меньше пассажиров воспользовалось услугами предыдущего рейса, тем больше пассажиров перевозится последующим рейсом.

Таблица 1

**Описательные статистики распределения количества поездов, совершаемых в течение тридцати дней**

	Время			
	$9^{15}-9^{30}$	$9^{30}-9^{45}$	$9^{45}-10^{00}$	$10^{00}-10^{15}$
Среднеарифметическое	35,9	21,6	20,1	31,9
Медиана	36	21	20	29
Мода	15	13	6	17
Минимальное значение	15	4	5	17
Максимальное значение	65	40	44	55
Коэффициент вариации	37 %	40 %	49 %	32 %
Квартили:				
1-й	22	15	11	25
2-й	36	21	20	29
3-й	45	27	28	40

Таблица 2

**Корреляция значений количества поездов совершаемых в определенный период времени**

Время дня	$9^{15}-9^{30}$	$9^{30}-9^{45}$	$9^{45}-10^{00}$	$10^{00}-10^{15}$
$9^{15}-9^{30}$		-0,54	-0,10	0,47
$9^{30}-9^{45}$			-0,32	-0,12
$9^{45}-10^{00}$				-0,52
$10^{00}-10^{15}$				

На степень зависимости указывает абсолютное значение коэффициентов. Между количеством поездок с  $9^{15}$  до  $9^{30}$  и с  $9^{30}$  до  $9^{45}$  существует обратная связь, и теснота связи характеризуется как умеренная. Аналогичная ситуация складывается между поездками с  $9^{45}$  до  $10^{00}$  и с  $10^{00}$  до  $10^{15}$ . Если исключить рейсы с  $9^{30}$  до  $10^{00}$ , то какая-то часть пассажиров обязательно воспользуется услугами смежных рейсов, предприятие их не потеряет. Но как в целом это отразится на объеме потребляемых услуг и эффективности можно узнать только в ходе реализации принятых решений.

Таким образом, чтобы эффективнее распределить объем предложения услуг в течение дня, необходимо проанализировать результаты работы по каждому из выполняемых рейсов.

Представленный инструментарий требует определения своего места в содержании работы подразделений с учетом организационной структуры транспортного предприятия.

Всю предшествующую принятию решений работу условно можно разделить на два больших этапа: сбор и анализ данных. Сбор первичных данных может производиться, как собственными силами предприятия, так и сторонними организациями. Сбор данных является трудоемким и трудозатратным процессом, поэтому потребует дополнительных расходов в случае привлечения кого-то со стороны. Использование внутренних ресурсов более предпочтительно, особенно если сбор данных сочетается с теми правилами ведения документации, которые приняты на предприятии.

Далее собранные первичные данные должны каким-то образом накапливаться и систематизироваться. Развитие информационных технологий не оставляет сомнения в том, что необходимо создавать электронную базу первичных данных. Самый простой – использование персонального компьютера с предустановленным стандартным программным обеспечением Microsoft Office. Более сложный вариант – построение для потребителя специальной индивидуальной информации базы данных по принципу клиент–сервер.

В любом случае потребуется ввод информации, т. е. перенос данных с бумажных носителей в электронный вид. Это объемная техническая работа. Периодичность ее выполнения определяется в зависимости от того, какая требуется оперативность анализа ситуации.

Если рассматривать предприятие со стандартной организационной структурой, то ввод информации в базу данных правильно будет закрепить

за диспетчерской службой и отделом сбора доходов. Тогда в первое подразделение будет стекаться информация, касающаяся работы транспортных средств и водителя, т. е. информация, характеризующая предложение услуг. Второе подразделение в большей степени работает с информацией, характеризующей реализованный пассажирскими спрос на поездки.

Важно понимать, что математический расчет показателей осуществляет машина. Но запрос на вычисление выполняется специалистами предприятия. Поэтому аналитическая функция состоит из запроса на расчет показателей, самого расчета и интерпретации полученных значений показателей. Если закреплять аналитическую функцию за подразделениями, то эту функцию лучше оставить за планово-экономическим отделом.

Подводя черту под изложением вопроса по планированию объема предоставляемых услуг, хочется сказать следующее. Все представленные методы анализа данных и расчета специальных показателей уже давно находятся в арсенале математической статистики. Но их практическое применение и использование для принятия управленческих решений стало возможным относительно недавно. Развитие компьютерной техники и программного обеспечения в настоящее время позволяет при наличии электронного массива данных по мере необходимости произвести любой расчет. Поэтому сейчас задача состоит в том, чтобы выбрать нужный инструмент, а также интерпретировать результаты анализа с языка математиков на язык управленцев.

На примере работы предприятия в сфере транспортного обслуживания была предпринята такая попытка. Результаты показали, что огромный массив данных о количестве поездок содержит важную информацию для планирования услуг и более эффективного распределения ресурсов предприятия.

#### Библиографический список

1. Гольдштейн, Г. Я. Маркетинг : учеб. пособие для магистрантов / Г. Я. Гольдштейн, А. В. Катаев. Таганрог : ТРТУ, 1999.
2. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / И. В. Спирин. М. : Изд. центр «Академия», 2003.
3. Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. Минск : ЮНИТИ-Дана, 2001.

M. Z. Ibragimov

#### PLANNING OF THE CITY PASSENGER TRANSPORT SERVICE VOLUME UNDER MARKET ECONOMY

*Methods of statistic analysis of the city passenger transport work results as the elements of service volume planning mechanism are considered. A possibility of addition the planning aspects into the existent management system with regular organizing structure is studied too.*