

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Логистическое управление системой городских пассажирских перевозок предполагает проведение определенного ряда мероприятий, направленных на сокращение общих издержек всей системы. Координация интересов всех участников перевозочного процесса с учетом глобальных целей функционирования системы позволит выделить основные направления для дальнейшей оптимизации затрат.

**Ключевые слова:** система городского пассажирского транспорта; общественные издержки; рентабельность предприятия; модель оптимального регулирования.

Логистическое управление городским пассажирским транспортом (ГПТ) подразумевает анализ работы всей системы и на основе полученных данных осуществление мероприятий по устранению нерациональных маршрутов перевозки пассажиров, оптимизации подвижного состава на пассажирских маршрутах, минимизации простоев технически исправного подвижного состава, эффективную координацию интересов автотранспортных предприятий и пассажиров и согласованному управлению различными видами транспорта. Проведение вышеперечисленных мероприятий позволяет оптимизировать общие логистические издержки в системе городского пассажирского транспорта.

Система ГПТ рассматривается как комплекс подсистем, взаимосвязанных между собой, функциональная работа которых направлена на достижение экономических, социальных, экологических целей всей системы. Цели работы системы ГПТ могут быть рассмотрены с позиции стратегического, тактического или оперативного уровня управления. Стратегический уровень предполагает определение перспектив развития городской пассажирской транспортной системы с позиции её значения для города и влияния на городскую систему. Цели развития системы ГПТ тактического уровня предполагают планирование и контроль мероприятий, направленных на нахождение оптимального варианта работы системы городских пассажирских перевозок.

Цели функционирования системы ГПТ оперативного уровня с позиции экономики можно разделить по субъектам управления: автотранспортные предприятия заинтересованы в получении максимально возможной прибыли от осуществления перевозочной деятельности, органы муниципального управления заинтересованы в минимизации нагрузки на бюджетные средства. Но глобальной экономической целью работы всей системы считается обеспечение экономической стабильности города.

Группа социальных целей направлена на обеспечение гарантированности доступности услуг ГПТ для всех слоев населения с позиций их тарифной величины и достаточного развития маршрутной сети для охвата отдаленных от центральной части города жилых микрорайонов. При этом в работе системы городских перевозок необходимо ориентироваться на высокий уровень оказываемых услуг без дискриминационного отношения в сторону социально незащищенных граждан.

При этом необходимым является стремление к минимизации экологического воздействия на окружающую среду, поскольку нарушение экологического баланса будет иметь негативные последствия для привле-

кательности города с позиции дальнейшего проживания в нем, что инициирует отток рабочей силы, снижение экономических показателей города и показателей работы системы ГПТ.

Функционирование системы городского пассажирского транспорта сопряжено с возникновением определенного рода издержек, которые несет каждый её элемент. Сюда можно отнести затраты автотранспортных предприятий, государственное субсидирование перевозок, трансакционные издержки, затраты, связанные с проведением конкурсов, общественные издержки.

Затраты со стороны автотранспортных предприятий складываются из цен на горюче-смазочные материалы, ремонт подвижного состава, проверку его нахождения в рабочем состоянии, заработной платы водителям и административно-управленческому аппарату, различных видов налогов (включая транспортный налог, который зависит от количества подвижного состава и его мощности) и других статей расходов. При этом часть расходов напрямую зависит от количества подвижного состава, работающего на линии.

Стоит отметить снижающуюся скорость движения в часы пик по основным направлениям из спальных районов к местам работы. Уменьшение скорости движения приводит к образованию заторовых ситуаций на загруженных направлениях, что вынуждает общественный транспорт стоять в общем транспортном потоке, увеличивая время, затрачиваемое на рейс. Данное обстоятельство приводит к увеличению расхода ГСМ подвижным составом, либо можно предположить, что расход остается на том же уровне, однако в таком случае совершенно точно можно говорить о снижении количества выполненных рейсов и невыполнении графиков движения. Для перевозки пассажиров в часы пик при стремлении к снижению общественных издержек можно увеличить количество подвижного состава, что увеличивает совокупные издержки автотранспортных предприятий, поскольку данные величины находятся в прямой зависимости.

Общественные издержки являются неотъемлемой частью общих издержек системы ГПТ. С одной стороны, автотранспортные предприятия не касаются данного показателя, однако он играет очень важную роль в общегородской экономике. Снижение общественных издержек стимулирует развитие городской экономики и потому имеет важный эффект для развития города в целом. Минимизация времени, затрачиваемого пассажирами на деловые поездки, приводит к общественной экономии времени, которое может быть полезно использовано.

К общественным издержкам также стоит отнести время, затраченное пассажирами на остановочных комплексах и время на подходы к ним. Суммируя время, затраченное непосредственно на поездку, и время, затраченное на ожидание, получаем совокупные социальные издержки.

Увеличение социальных издержек системы ГПТ происходит по двум причинам: первая – это снижение скорости движения и образование заторовых ситуаций, вторая – снижение скорости движения вследствие снижения количества подвижного состава большой вместимости. При этом уменьшение числа автобусов

большой вместимости сопровождается увеличением числа автобусов особо малой вместимости, которые, с одной стороны, влияют на общую скорость и безопасность движения, с другой – не оставляют альтернативы пассажирам; лимитированные временными рамками, они нередко выбирают автобусы особо малой вместимости, поскольку интервалы в движении автобусов большой вместимости значительны.

Таким образом, совокупные издержки системы ГПТ складываются из затрат АТП и общественных издержек (рис. 1).

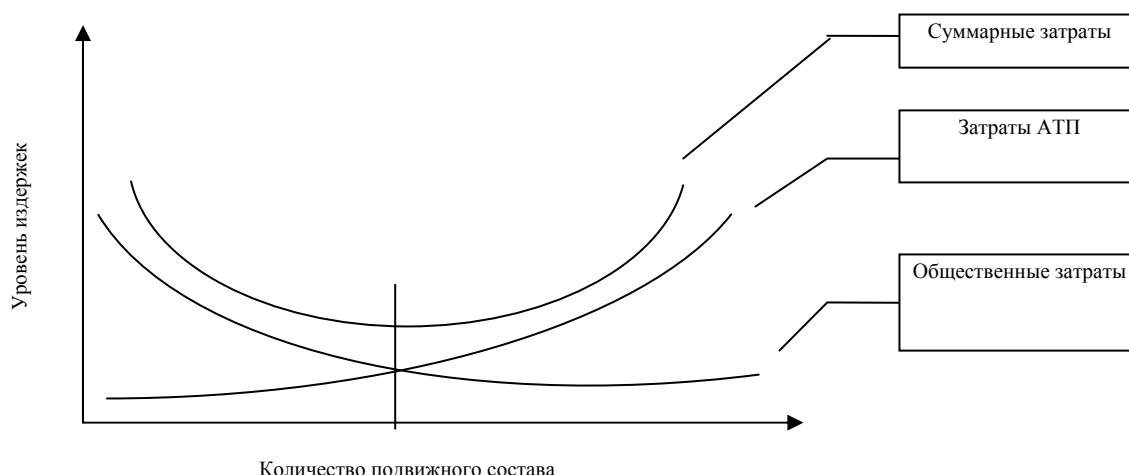


Рис. 1. Совокупные издержки системы ГПТ

«Точка перегиба кривой показывает зону оптимальности по Парето, при выходе из которой возрастут затраты либо перевозчика, либо пассажира» [1. С. 176.] Для городских перевозок является характерным несовпадение интересов пассажиров и перевозчиков. «Одно из противоречий их интересов заключается в том, что перевозчик заинтересован в увеличении выручки, в том числе и за счет увеличения коэффициента сменности, а пассажир – в беспересадочной и быстрой доставке до места назначения за минимальный тариф» [2. С. 163]. Поэтому в целях минимизации совокупных издержек системы ГПТ необходимо нахождение оптимального количества подвижного состава, которое бы, с одной стороны, позволяло предприятиям получать прибыль от перевозок и находить пути оптимизации уровня издержек, с другой – снизило бы временные показатели, затраченные пассажирами при приемлемом уровне тарифов на перевозку. Необходимо также учитывать заинтересованность органов муниципального управления в удовлетворении транспортных потребностей населения при минимальных затратах бюджетов всех уровней и соблюдении требований безопасности движения и экологии.

Анализ структуры баланса крупного автотранспортного предприятия Ростова-на-Дону по статьям затрат показывает следующее соотношение: заработная плата составляет 45%, 12% составляет единый социальный налог, 18% – расходы на топливо, 1% – смазочные материалы, запасные части и материалы – 5%, износ и ремонт шин – 0,5%, амортизационные отчисления – 7%, остальные налоги – 0,5%, коммунальные платежи – 2%, прочие затраты – 8%. Рентабельность

перевозок (отношение балансовой прибыли к общей величине расходов) составляет 11%.

В соответствии с Постановлением главы администрации Ростовской области от 29.04.1996 «О государственном регулировании тарифов на перевозки пассажиров всеми видами транспорта в городском сообщении» предельный уровень рентабельности перевозок составляет 20%. Таким образом, существует определенная доля доходов, получение которой должно контролироваться государством, а автотранспортное предприятие, в свою очередь, должно обозначить социальные статьи, покрываемые за счет заложенного уровня рентабельности. Поскольку по различным маршрутам разная структура и величина пассажиропотока, то зачастую предприятия закладывают различный уровень рентабельности перевозок по маршруту.

При определении общего количества подвижного состава на определенном маршруте необходимо, в первую очередь, учитывать общую величину пассажиропотока по заданному направлению. При этом искомое количество подвижного состава (с учетом величины его вместимости) должно быть способно не только удовлетворять имеющийся на данный момент спрос на перевозки, но и иметь резерв для обеспечения его роста.

Затраты перевозчика на обслуживание конкретного маршрута разделяются на постоянные и переменные части. Постоянные издержки не зависят от количества подвижного состава, но включаются в себестоимость перевозок. Переменные издержки имеют прямую зависимость от числа подвижного состава на линии и влияют на себестоимость перевозок.

Уровень дохода автотранспортного предприятия на начальном этапе растет в прямой зависимости от количества подвижного состава на линии, однако в силу относительно стабильной величины пассажиропотока по данному направлению достигает насыщения в какой-то точке, рост прекращается, и общая величина его становится относительно стабильной. Увеличение количества подвижного состава до определенного момента при имеющемся уровне спроса на транспортные услуги способствует росту дохода предприятия. Статьи доходов автотранспортного предприятия могут включать: доходы от перевозки пассажиров, выпадающие доходы от перевозки льготных категорий и субсидии на разницу экономически обоснованного тарифа и установленного тарифа на проезд, прочие доходы.

Структура статей доходов и расходов определяется учетной политикой каждого предприятия, в соответствии с которой и ведется их учет.

При этом существует определенный регулируемый государством уровень рентабельности автотранспортных предприятий, осуществляющих перевозки в городском сообщении. На рис. 2 графически представлена модель определения оптимального количества подвижного состава исходя из уровня максимально возможной регулируемой прибыли и временных затрат пассажиров на ожидание на остановочных комплексах.

С увеличением количества подвижного состава время на остановках сокращается до определенной точки, после которой интервал ожидания не может сокращаться за счет величины транспортных средств на линии.

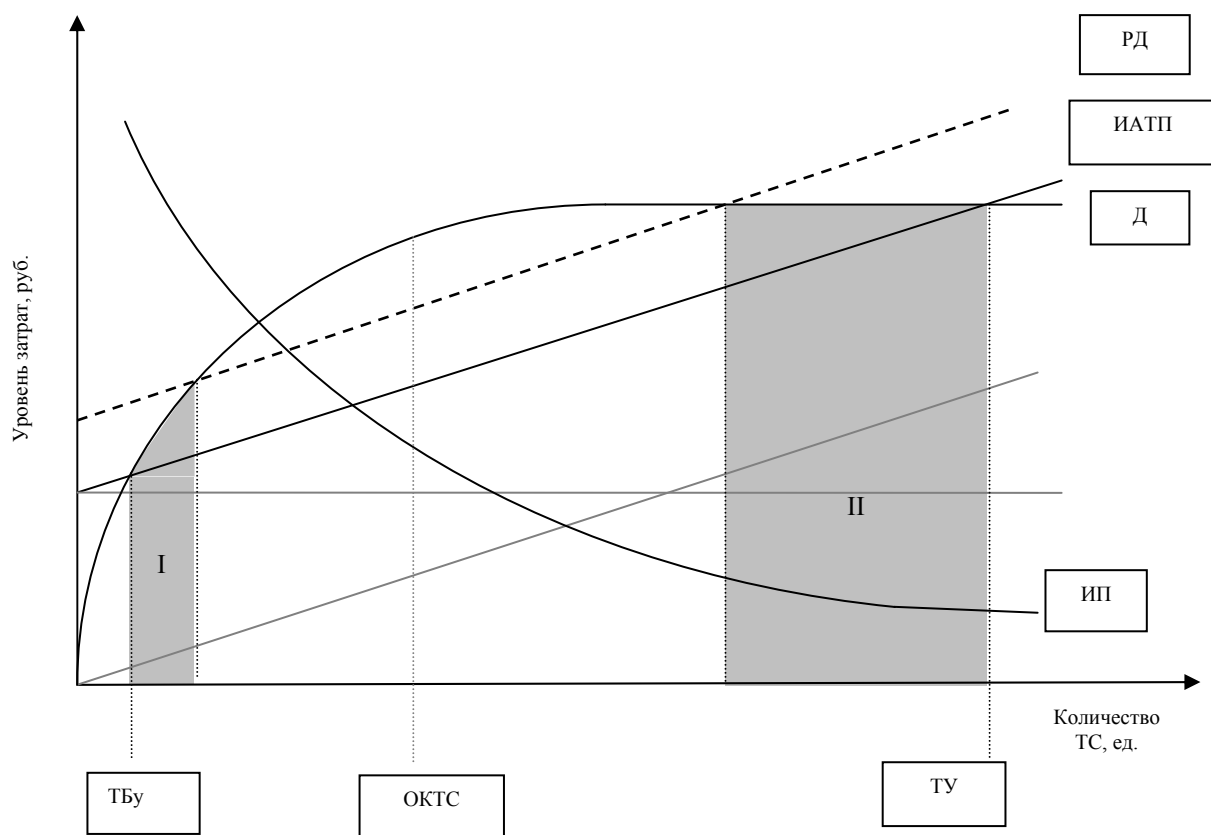


Рис. 2. Определение оптимального количества подвижного состава с учетом регулируемого уровня дохода:

РД — регулируемый уровень дохода автотранспортного предприятия; ИАТП — совокупные издержки АПТ;

Д — доход автотранспортного предприятия; ИП — издержки потребителей транспортных услуг (пассажиров) на ожидание транспортного средства; ТБУ — количество подвижного состава, при котором перевозки перестают быть убыточными (точка безубыточности перевозок); ТУ — величина транспортных средств, при которой предприятие начинает нести убытки;

[ТБУ;ТУ] — интервал безубыточности деятельности транспортного предприятия; ОКТС — оптимальное количество транспортных средств, при котором возможно достижение максимального дохода от перевозок, превышающего предельный уровень рентабельности

Получено два интервала (I и II), в пределах которых автотранспортное предприятие имеет право получать прибыль и заинтересовано осуществлять деятельность, — от точки безубыточности до пересечения графиков «регулируемый уровень дохода» и «прибыль» и от аналогичной точки правее до точки убыточности. В рамках полученных интервалов числа транспортных средств предприятию регламентировано осуществлять перевозочную деятельность. Первый и второй интервалы определяют

возможное количество подвижного состава на линии. Однако меньшее количество подвижного состава (интервал I) повлечет за собой увеличение времени ожидания транспортного средства на остановочных комплексах с позиции потребителей транспортных услуг. Определяя оптимизацию общественных издержек как меру по сокращению обеих издержек системы ГПТ, необходимо задавать определенное количество подвижного состава на линии в рамках интервала II.

Осуществление перевозочной деятельности в интервале I сопряжено с определенными рисками, предприятие в случае уменьшения доходов (например, за счет снижения величины пассажиропотока) с точки зрения максимальной возможной регламентированной прибыли рискует в какой-то момент работать ниже точки безубыточности. Поэтому риск осуществления перевозочной деятельности снижается, если деятельность предприятия попадает в зону интервала II: в случае снижения уровня доходов автотранспортное предприятие имеет возможность работать с минимальным размером рентабельности.

Изменение уровня получаемых предприятием доходов может переместить границы интервалов между точками безубыточности и регулируемым уровнем дохода. Изменение границ и расположения интервалов I и II может быть спровоцировано изменением величины издержек предприятия на осуществление перевозок (например, за счет снижения стоимости горюче-смазочных материалов). В этом случае изменяется величина регулируемого уровня дохода и, соответственно, величина фактически установленного тарифа на перевозку. Снижение общей величины издержек транспортного предприятия приводит к повышению рентабельности перевозок. Однако органы государственного регулирования, устанавливая определенный размер тарифа, учитывают определенный субъектом Федерации уровень рентабельности транспортных услуг. Уменьшение затрат, связанных с осуществлением перевозочного процесса, при оставшемся на прежнем уровне доходе транспортного предприятия позволяет ему получать доходы сверх установленного государственным органом уровня. В этом случае органами муниципального управления принимается решение об изменении установленного тарифа за проезд. Таким образом, снижая общий уровень дохода, сокращается промежуток между выделенными интервалами I и II, который является зоной государственного контроля. Органам муниципального управления, контролирующим выполнение социального заказа и определяющим условия контрактов на перевозки, необходимо стремиться к сокращению данного интервала; государственное регулирование в этом направлении позволит предприятиям осуществлять деятельность с меньшими рисками в случае изменения уровня затрат и снижения доходности перевозок, поскольку в данном случае они более защищены от изменения условий, влияющих на уровень доходности, и снижение общего количества подвижного состава будет проходить при незначительных сокращениях общественных издержек. В нашем случае кривая общественных издержек показывает незначительное изменение от количества подвижного состава во втором интервале регламентированной рентабельности автотранспортных предприятий, что говорит о небольшом уменьшении времени ожидания на остановочных комплексах. Таким образом, это позволяет предприятиям при определении числа подвижного состава на маршруте смещаться по оси абсцисс влево, получая большую рентабельность перевозок и не снижая практически качественных характеристик транспортного обслуживания. Органы муниципального управления в рамках своей деятельности заинтересова-

ны в том, чтобы свести к минимуму разницу между максимально возможной прибылью от перевозок и регулируемым уровнем дохода, поскольку если эта разница велика, возникает зона теневых доходов транспортных предприятий, которые выходят за рамки области государственного контроля. В этом случае предприятие имеет возможность получать прибыль сверх установленной величины, но, претендуя на покрытие расходов из средств государственного бюджета, связанных с перевозками льготных категорий пассажиров и выпадающих доходов, может пойти на сокрытие этой части доходов. Роль органов государственного управления в таком случае предполагает недопущение возникновения подобной ситуации.

Автотранспортное предприятие (АТП) как коммерческое предприятие осуществляет свою деятельность в системе городского пассажирского транспорта с целью получения прибыли. При этом социальная значимость деятельности, ограниченность рынка услуг не позволяют полностью реализовывать принципы рыночной экономики, т.е. регулирование на уровне муниципалитета уровня тарифов (рентабельности) сужает его возможности по диверсификации своей деятельности.

Рассмотрим модель оптимального регулирования деятельности АТП в следующей постановке.

Пусть транспортное предприятие располагает  $x$  условными единицами транспортных средств для обслуживания маршрутной сети. Функцию затрат транспортного предприятия  $Z_{\text{АТП}}(x)$  можно представлять в классическом виде:

$$Z_{\text{АТП}}(x) = C_{\text{АТП}}^0 + C_{\text{АТП}}^1 x,$$

где  $C_{\text{АТП}}^0$  – постоянные затраты;  $C_{\text{АТП}}^1$  – затраты, приходящиеся на содержание единицы транспортного средства, а  $C_{\text{АТП}}^1 x$  – переменная составляющая затрат.

Обозначим  $y$  количество обслуживаемых пассажиров в маршрутной сети, возрастающая функция от количества транспортных средств на маршрутной сети, например  $y = y_0 + \sqrt{y_1 x}$ .  $Z_{\text{ип}}(x)$  – убывающая функция приведенных затрат пассажира в пути следования при функционировании в сети  $x$  транспортных средств,  $P_{\text{АТП}}(x)$  – возрастающая (выпуклая вверх) функция доходов транспортного предприятия при работе на маршрутной сети  $x$  транспортных средств.

Естественно предположить, что число обслуживаемых пассажиров ограничено, т.е.  $y \in [y_{\min}, y_{\max}]$ .

Тогда целевая функция определения оптимального числа транспортных средств  $x$  имеет вид

$$P(x) = P_{\text{АТП}}(x) - (Z_{\text{ип}}(x) + Z_{\text{АТП}}(x)) - \max, \quad (1)$$

$$y = y_0 + \sqrt{y_1 x}, \quad (2)$$

$$x_{\min} < x < x_{\max}, \quad (3)$$

$$y_{\min} \leq y \leq y_{\max}. \quad (4)$$

Рассматривая задачу определения оптимального числа транспортных средств как модель с тремя субъектами (пассажир, АТП и муниципалитет), можно заключить следующее:

– цель пассажира – минимизация  $Z_{\text{ип}}(x)$ ;

– цель муниципалитета – регулирование тарифа на перевозки через предельную норму рентабельности  $R_{пред}^{АТП}$ ;

– цель транспортного предприятия – максимизация прибыли предприятия  $P(x)$  за счёт оптимизации использования ресурсов ( $x$  – транспортных средств).

Достаточно консервативным участником в модели является муниципалитет из-за временной сложности разработки и внедрения нормативно-правовых актов. Устанавливая  $R_{пред}^{АТП}$  на определенный период, муниципалитет формирует регулируемый рынок пассажирских перевозок. При этом дополнительные условия к требованию безопасности транспортных средств, экологии, качеству перевозок, комфортности и другим показателям определяют условия доступа перевозчиков на рынок.

Пассажиры, заинтересованные в снижении времени на поездку, как правило, мало различают качественные показатели перевозок. В этой связи следует отметить, что для пассажира существует интервал допустимых временных затрат на поездку  $[t_{min}; t_{max}]$ . При этом пассажиропоток  $y_{max}$  достигается при  $t_{min}$ , а пассажиропоток  $y_{min}$  – при  $t_{max}$ .

АТП увеличивает свою прибыль за счёт увеличения числа транспортных средств в маршрутной сети при положительном темпе роста пассажиропотока. При этом ограниченность пассажиропотока и определяет

верхнюю границу безубыточности деятельности АТП в зависимости от числа транспортных средств.

Существующая система регулирования деятельности АТП в главном сводится к определению предельной нормы рентабельности  $R_{пред}^{АТП} = 0,2$  (20% – на основании Постановления главы администрации Ростовской области от 29.04.1996 «О государственном регулировании тарифов на перевозки пассажиров всеми видами транспорта в городском сообщении»).

Ограничение, задающее данное условие, имеет вид

$$P_{АТП}(x) \leq (1 + R_{пред}^{АТП}) Z_{АТП}(x), \quad (5)$$

Вариант графической интерпретации представленных соотношений приведен на рис. 3.

Ограничения (2)–(4) можно преобразовать. Из (2) получим

$$x = \frac{(y - y_0)^2}{y_1}.$$

$$\text{Определим } \underline{x} = \max \left\{ x_{min}, \frac{(y_{min} - y_0)}{y_1} \right\},$$

$$\bar{x} = \min \left\{ x_{max}, \frac{(y_{max} - y_0)}{y_1} \right\}.$$

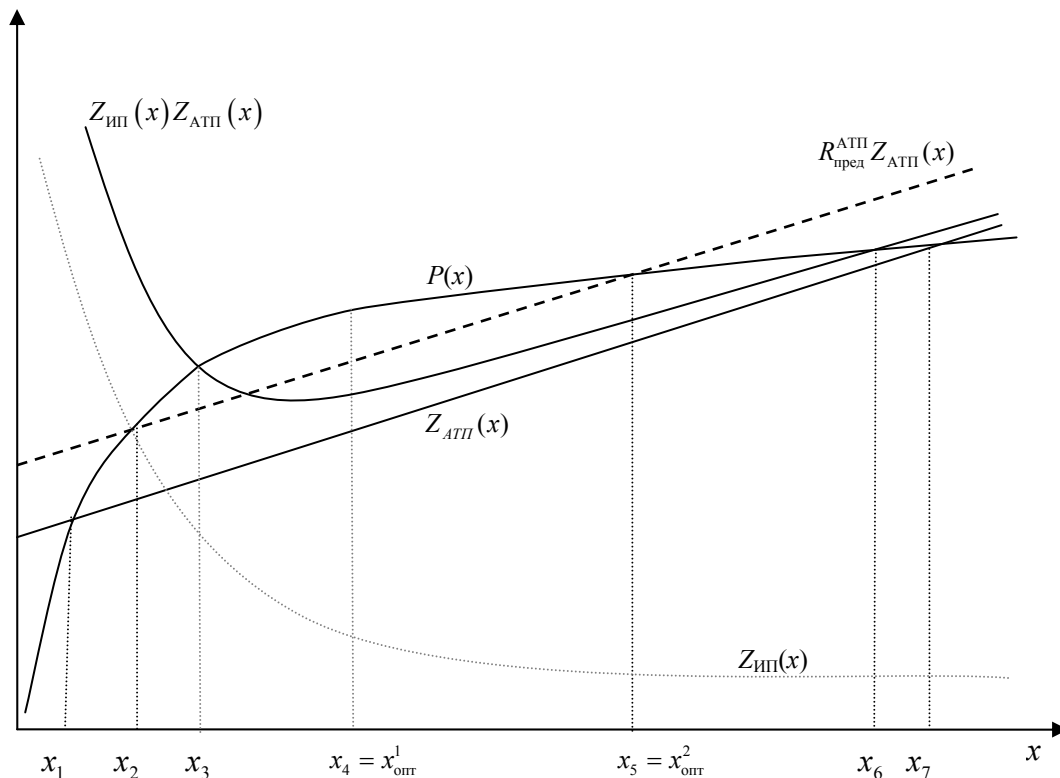


Рис. 3. Графическая интерпретация соотношений (1)–(5):  $[x_1; x_7]$  – интервал безубыточности АТП без учёта  $Z_{ИП}(x)$ ;  $[x_1; x_2]$  и  $[x_5; x_7]$  – интервал допустимой рентабельности АТП с учётом условий (5), без учёта затрат  $Z_{ИП}(x)$ ;  $[x_3; x_6]$  – интервал безубыточности АТП с учётом  $Z_{ИП}(x)$  и условия (5);  $x_4 = x_{опт}^1$  – оптимальное число транспортных средств без учёта условия (5);  $x_5 = x_{опт}^2$  – оптимальное число транспортных средств с учётом условия (5)

Тогда вместо (2)–(4) можно записать условие

$$\underline{x} \leq x \leq \bar{x}.$$

(6)

Качественный анализ стратегии участников рынка пассажирских перевозок позволяет заключить следующее:

1. Автотранспортное предприятие формирует политику максимизации прибыли при выполнении условий к качеству перевозок, т.е. реализует свою «производственную» деятельность с количеством транспортных средств в количестве  $x_{\text{опт}}^1$  (см. рис. 3). Если нормативная рентабельность деятельности  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$ , установленная муниципальными органами, не превышает, то регулирование тарифов не требуется. В случае, когда  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$  превышает АТП, то возникает проблема для АТП по сокрытию данного факта (теневая экономика, сокрытие доходов, преувеличение доходов и т.д.). Доказательство такого положения требует от муниципального регулирующего органа принятия решения по уменьшению тарифов.

2. Муниципальное предприятие, формируя и регулируя величину  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$ , обеспечивает условия роста рынка пассажирских перевозок. При этом уровни тарифа и  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$  должны обеспечивать привлекательность данного сегмента рынка для капиталовложений, межотраслевую конкурентоспособность и, как следствие, рост качества перевозок. Низкий уровень  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$  приводит к износу парка транспортных средств, снижению безопасности перевозок и другим негативным факторам.

Высокий уровень  $R_{\text{пред}}^{\text{АТП}}$ , с одной стороны, за счёт роста тарифа снижает привлекательность общественного пассажирского транспорта для пассажира, а с другой – позволяет повысить требования органов государственного регулирования к качеству перевозок за счет их ресурсного обеспечения. При этом обоснованная компенсация (поддержка) социальных перевозок за счет федерального или регионального бюджета становится важным элементом регулирования деятельности АТП. В части обеспечения антикоррупционных (анти-теневых) действий муниципальных органов в регулировании деятельности АТП можно отметить обеспечение прозрачности пассажиропотоков, оценку и установление обоснованного тарифа на перевозки, направленное на принятие АТП плана  $x = x_{\text{опт}}^1$ , такого, что

$$P_{\text{АТП}}(x_{\text{опт}}^1) = R_{\text{пред}}^{\text{АТП}} Z_{\text{АТП}}(x_{\text{опт}}^1), \quad (7)$$

т.е. число автотранспортных средств, обеспечивающих перевозки, установлено на уровне предельной рентабельности, установленном муниципальными органами.

3. Пассажиры, как основные субъекты, обеспечивающие деятельность ГПТ, заинтересованы в качестве перевозок – времени, затрачиваемом на поездку. С учётом этого ограничения можно установить предельные границы объёма пассажиропотока (4), которые в зависимости от числа транспортных средств  $x$  (3) могут определить политику АТП (6). Если

$$[x; \bar{x}] \cap [x_1; x_7] \neq \emptyset,$$

т.е. существуют оптимальные решения (стратегии) для АТП и пассажира. При этом для пассажира выгодно, чтобы  $x_{\text{опт}}^1$  было близко к  $x_7$ , т.к. это решение обеспечивает меньшие потери пассажира.  $x_{\text{опт}}^1$ , близкое к  $x_1$ , менее устойчиво для АТП, т.к. большие потери времени пассажиром могут привести к его «уходу» из сферы ГПТ (уменьшению пассажиропотока).

Эффективность функционирования системы общественного транспорта предполагает достижение наилучших финансовых результатов деятельности при обеспечении заданного уровня качества. Необходимым условием является определение критериев качества транспортных услуг; к основным в системе городского пассажирского транспорта отнесены точность движения согласно графику, транспортная доступность, безопасность перевозок, комфортность поездки и «стоимостной показатель уровня пассажирского сервиса, и показатель информационного сервиса поездки» [2. С. 121].

Сокращение общих издержек в логистической цепочке при сохранении установленных параметров качества обслуживания – основная задача совершенствования работы городского транспорта. Одним из способов решения этой задачи является выбор такой модели организации работы, которая обеспечивает рентабельность перевозок и вынуждает транспортные предприятия сокращать издержки и бороться за рынок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курганов В.М. Логистические транспортные потоки. М.: Дашков и К, 2003. 254 с.
2. Логистика: общественный пассажирский транспорт / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев, В.Д. Герами, В.В. Зырянов и др.; Под ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2003. 224 с.

Статья представлена научной редакцией «Экономика» 1 октября 2009 г.