

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛЯРНЫХ МЕЖДУГОРОДНЫХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПО ПРОДАЖЕ БИЛЕТОВ

А.Г. Васильев, К.О. Измалков

В статье описаны пути повышения эффективности использования подвижного состава на регулярных междугородных автобусных маршрутах с помощью средств АСУ «Е-Автовокзал».

The article describes ways of efficiency increase in using rolling stock for intercity and long distance regular bus routes by means of ACS «E-Bus».

Основным недостатком информационных систем по продаже билетов на существующей маршрутной сети регулярных перевозок пассажиров на междугородных маршрутах является неэффективное использование вместимости подвижного состава. На большинстве маршрутов продажа билетов фактически осуществляется лишь от начального и конечного пункта маршрута, либо от промежуточного, но при этом варианте, зачастую не возможной становится продажа билетов от начального остановочного до промежуточного. Фактически одно пассажироместо используется в лучшем случае лишь 1 раз.

Таблица 1

Населенный пункт	1	2	3	4	5	...	$N-1$	N
1	0	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{15}	...	q_{1N-1}	q_{1N}
2	0	0	0	0	0	...	0	0
3	0	0	0	0	0	...	0	0
4	0	0	0	0	0	...	0	0
5	0	0	0	0	0	...	0	0
...
$N-1$	0	0	0	0	0	...	0	0
N	0	0	0	0	0	...	0	0

Рассмотрим пример матрицы корреспонденции рейса регулярно-го автобусного маршрута «1– N », следующего через промежуточные остановки 2, 3, 4, 5, ..., $N-1$. На исследуемый маршрут осуществляется продажа билетов только от пункта 1.

Таблица 2 – Расстояния между остановочными пунктами

1							
l_{12}	2						
l_{13}	l_{23}	3					
l_{14}	l_{24}	l_{34}	4				
l_{15}	l_{25}	l_{35}	l_{45}	5			
...	
l_{1N-1}	l_{2N-1}	l_{3N-1}	l_{4N-1}	l_{5N-1}	...	$N-1$	
l_{1N}	l_{2N}	l_{3N}	l_{4N}	l_{5N}	...	l_{N-1N}	N

Тарифы на регулярных междугородных маршрутах устанавливаются в значении руб./км на всем протяжении маршрута или на отдельных участках. Рассмотрим наиболее распространенный вариант, при котором тариф установлен как s (руб./км) по всему маршруту. Автовокзал (автостанция) за свои услуги удерживает процент от кассовой выручки от продажи билетов (g). В данном случае доход от перевозки пассажиров будет

$$D = \sum_{i=1}^N q_{iN} \cdot l_{iN} \cdot s \cdot (1 - g_i).$$

То есть доход от перевозки пассажиров пропорционален пассажирообороту рейса. При этом затраты автотранспортного предприятия на перевозку пассажиров являются постоянной величиной, не зависящей от количества пассажиров на рейсе. Таким образом, для повышения доходности рейса необходимо повышение пассажирооборота.

Как правило, автотранспортные предприятия, с целью повышения пассажирооборота рейса прибегают к распределению рейсов между автостанциями по пути следования. В рассматриваемом примере, автостанциями по пути следования являются города 1 и 4. В таком случае матрица корреспонденции будет иметь вид, представленный в таблице 3.

При этом существует ограничение:

$$Q = \sum q_{iN} < Z,$$

где Z – вместимость используемого на рейсе автобуса.

Как правило, автотранспортные предприятия распределяют продажу билетов между городами, например, места с 1 по 35 продает автостанция города 1, с 36 по 43 – автостанция города 4. В итоге

возникают случаи, когда на некоторых автостанциях проданы все места, а на некоторых не продано ни одного билета. Это снижает коэффициент использования вместимости подвижного состава и при этом не позволяет удовлетворить имеющийся спрос на транспортные перемещения.

Таблица 3 – Матрица корреспонденций

Населенный пункт	1	2	3	4	5	...	$N-1$	N
1	0	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{15}	...	q_{1N-1}	q_{1N}
2	0	0	0	0	0	...	0	0
3	0	0	0	0	0	...	0	0
4	0	0	0	0	q_{45}	...	q_{4N-1}	q_{4N}
5	0	0	0	0	0	...	0	0
...
$N-1$	0	0	0	0	0	...	0	0
N	0	0	0	0	0	...	0	0

Решением данной проблемы с 2012 года авторы статьи занимаются совместно с разработчиками ПО АСУ «Е-Автовокзал» (г. Барнаул). Данная АСУ направлена не только на локальное обслуживание конкретного автовокзала или автостанции, но и позволяет при необходимости обеспечивать взаимодействие между автовокзалами и автостанциями в части единого пространства мест между объектами транспортной инфраструктуры, подключенными в единую систему.

На первом этапе разработки была разработана подсистема МРР, с помощью которой через справочники АСУ стало возможным на программном уровне реализовать объединение автовокзалов и автостанций городов 1 и 4, автоматизированных единой системой АСУ «Е-Автовокзал», в единое информационное пространство. То есть рейс, проходящий через несколько автовокзалов и автостанций, на каждой из которых у него установлено определенное время отправления, стал отображаться как единый рейс. При этом из пунктов 1 и 4 стало возможным оформить билет на любое посадочное место, без фиксированного распределения между автовокзалами и автостанциями.

Апробация и дальнейшее внедрение подсистемы МРР привели к повышению коэффициента использования вместимости подвижного состава. Основной недостаток – на одно посадочное место также технически возможно оформить только один билет. Фактически в результате внедрения получено следующее выражение:

$$D = \sum_{i=1}^N q_{1N} l_{1N} s (1 - g_1) + \sum_{i=4}^N q_{4N} l_{4N} s (1 - g_4).$$

Для обеспечения экономического результата было принято решение об исключении ограничения за счет сменяемости пассажиров в салоне автобуса:

$$Q = \sum q_{iN} < Z.$$

Введена целевая функция:

$$Q = \sum q_{iN} \rightarrow \max.$$

На основании этих выражений в 2015 году подсистема МРР была доработана – появилась возможность продажи нескольких билетов на одно пассажироместо за счет сменяемости пассажиров в салоне автобуса. В период с 2015 по 2016 год система была апробирована на нескольких автобусных маршрутах. При этом продажа данных билетов на период апробации осуществлялась только от населенных пунктов, автоматизированных АСУ «Е-Автовокзал».

Важно отметить, что основное количество населенных пунктов, охватываемых сетью регулярных автобусных маршрутов, не имеет ни автовокзалов, ни автостанций, ни кассовых пунктов по продаже билетов. Анализ распределения пассажиров Северного автовокзала города Екатеринбурга по остановкам, проведенный по показателям 2015–2016 годов показал, что 75,98 % пассажиров отправляются из Екатеринбурга до остановочных пунктов, в которых отсутствует организованная продажа билетов. То есть пассажиры имеют возможность реализовать свою транспортную потребность по передвижению из областного центра в малые города и сельские населенные пункты, а в обратном направлении вынуждены искать возможность реализовать свою транспортную потребность. При этом в случае решения посадки на проходящий автобус и приобретении проездных документов по прибытию автобуса, пассажир не имеет гарантий в обеспечении своих транспортных потребностей.

Невозможно открыть автобусный маршрут от каждого населенного пункта до областного центра – имеющаяся потребность не позволит обеспечить рентабельности маршрута. Кроме того, даже

при условии открытия такого маршрута – число рейсов не позволит обеспечить удобные для пассажиров интервалы движения.

Это способствует возникновению стихийных перевозчиков, появлению нелегальных такси. Неэффективное использование подвижного состава приводит к росту тарифов на перевозку пассажиров и багажа, что, учитывая эластичность спроса, способствует сокращению транспортной подвижности населения.

Необходимо прорабатывать вопрос по удовлетворению сформировавшегося спроса провозными возможностями имеющейся маршрутной сети, повышая эффективность ее использования.

В соответствие с законодательством продажа билетов осуществляется не менее чем за 10 суток до отправления рейса. На основании данных программы АСУ «Е-Автовокзал» за 2012–2016 годы определено количество проданных билетов в предварительной и текущей продаже.

Применительно к Северному автовокзалу Екатеринбурга полученные данные свидетельствует о краткосрочном планировании пассажирами своих поездок на автомобильном транспорте – в день отправления приобретается около 93 % билетов. В малых городах (на основании исследования автоматизированных автостанций, а также проведенного анкетирования пассажиров), сельских населенных пунктов, в день отправления приобретается лишь 50 % билетов, т.е. существует большая часть неудовлетворенного спроса, образованного в связи с отсутствием возможности заблаговременного приобретения билетов в данных населенных пунктах.

Целесообразность открытия в данных населенных пунктах автовокзалов или автостанций отсутствует. В связи с этим компанией ООО «Артмарк» (разработчиком АСУ «Е-Автовокзал») при участии авторов, была создана система ГДС, основанная на возможностях разработанной ими АСУ. Разработчиками реализована возможность осуществления продажи от промежуточных остановочных пунктов по пути следования. При этом, при отправлении рейса от автоматизированного автовокзала в пункте 1 водителю будет выдана посадочная ведомость для посадки пассажиров от остановочных пунктов 2 и 3, в которых отсутствуют автовокзалы и автостанции, а при выезде из населенного пункта 4 – от всех оставшихся населенных пунктов от 5 до $N-1$. Одновременно с этим продажа билетов от промежуточных пунктов через систему ГДС, прекращается, что га-

рантирует информированность водителя о необходимости посадки пассажиров в промежуточных пунктах.

То есть матрица корреспонденции приобретает вид, табл. 4.

Таблица 4

Населенный пункт	1	2	3	4	5	...	$N-1$	N
1	0	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{15}	...	$q_{1(N-1)}$	q_{1N}
2	0	0	q_{23}	q_{24}	q_{25}	...	$q_{2(N-1)}$	q_{2N}
3	0	0	0	q_{34}	q_{35}	...	$q_{3(N-1)}$	q_{3N}
4	0	0	0	0	q_{45}	...	$q_{4(N-1)}$	q_{4N}
5	0	0	0	0	0	...	0	0
...
$N-1$	0	0	0	0	0	...	0	$q_{(N-1)N}$
N	0	0	0	0	0	...	0	0

Что позволяет обеспечивать потребности пассажиров из населенных пунктов, расположенных по пути следования маршрута.

В дополнении в развитии системы ГДС компания ООО «Артмарк» разработала систему распределенных продаж билетов, включающая внешних агентов по продаже билетов. В большинстве населенных пунктов существуют почтовые отделения, салоны сотовой связи, терминалы по приему платежей, туристические фирмы, кассы по приему коммунальных платежей и прочие организации, которые могут быть использованы в качестве внешних агентов по продаже билетов.

Уже сегодня продажа осуществляется через несколько крупнейших сайтов по продаже автобусных билетов в России, а также через сеть внешних агентов, включающих в себя такие компании как «Почта России», «Связной», «Евросеть» и другие. Это позволяет обеспечить возможность заблаговременного планирования поездок гражданам из населенных пунктов, в которых отсутствуют объекты транспортной инфраструктуры. При этом повышается сменяемость пассажиров по пути следования на маршруте – пассажирское место в автобусе по пути следования заполнено не на коротком отрезке, а на большей части маршрута, что приводит к повышению пассажирооборота рейса и как следствие к доходам автотранспортных предприятий.

Продажа билетов через внешних агентов осуществляется с использованием электронных автобусных билетов, оформляемых на основании документов, удостоверяющих личность, что позволяет в

рамках реализации требований транспортной безопасности дополнительно обеспечивать передачу данных о пассажирах оператору ЕГИС ОТБ.

Поступила 31 декабря 2016 г.

5. Улично-дорожная сеть, организация и безопасность городского движения

УДК 656: 711

ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ В ГОРОДСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ. Ч. 1.

Ф.Г. Глик

Рассматриваются противоречия использования легкового автомобиля при быстром росте уровня автомобилизации.

Discusses the contradictions of the car use with the rapid motorization growth.

Легковой автомобиль – комфортное средство передвижения, позволяющее совершать поездки практически от «двери» до «двери». Вместе с тем он обладает низкой провозной способностью, занимает значительные территории при движении и еще большие на стоянках, служит основным источником негативного воздействия на окружающую среду (загазованность, шум). При этом стоимость сооружения путей сообщения, особенно разноразмерных развязок, очень высока. Поэтому в настоящее время многие города прилагают огромные усилия для снижения необходимости и возможности использования легковых автомобилей [8].

По данным статистической отчетности за последний 10-летний период автомобилизация населения Минска выросла почти в 2 раза и составила в настоящее время около 320 легковых автомобилей на 1000 жителей. Эта величина приблизилась к нижнему порогу автомобилизации населения городов США в 70-х годах (350–500 автомобилей на 1000 жителей) [6]. Примерно такая же автомобилизация (336 автомобилей на 1000 жителей) была зафиксирована в начале 2000 годов в Таллинне [11]. Идентичность величин приведенных по-