

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.012.1:519

Л.Н. Клепцова

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ И ВЫБОРА МОДЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕЖДУГОРОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ МАРШРУТОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С целью оптимизации расписания движения и выбора моделей автобусов для выполнения междугородных автобусных пассажирских перевозок были обследованы 12 маршрутов, выполняемых с Кемеровского автовокзала. Рейсы выполнялись как подвижным составом Кемеровского ПАТП-1 (муниципальной формы собственности), так и автобусами пассажирских автотранспортных предприятий мест назначения (городов – конечных пунктов маршрутов), относящихся к ГУ «Кузбасспассажиравтотранс». При этом перевозки выполнялись автобусами моделей Икарус-256 (вместимость 42 места), ЛАЗ-695 (вместимость 36 мест), ПАЗ- 5202 (вместимость 23 места). Исследования

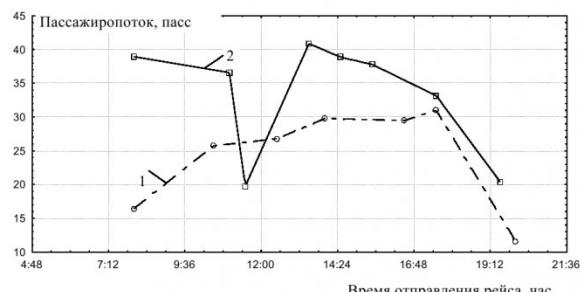


Рис. 1. Практические кривые рассеивания среднего пассажиропотока некоторых междугородных маршрутов от времени отправления рейса

пассажиропотока проводились в течение четырех месяцев – августа, октября, ноября 2003 года и января 2004 года.

Практические кривые распределения пасса-

жиропотока по времени отправления рейсов по некоторым маршрутам представлены на рис. 1.

По характеру практических кривых распределения пассажиропотока в зависимости от времени отправления рейса все действующие маршруты междугородних пассажирских автомобильных перевозок Кемеровской области можно разделить на две группы.

К первой группе относятся маршруты с колебанием пассажиропотока, подчиняющимся сочетанию закона нормального распределения и закона равной вероятности (рис. 1, кривая 1). Из рассматриваемых вариантов сюда могут быть отнесены перевозки по маршрутам Кемерово – Анжеро-Судженск, Кемерово – Белово, Кемерово – Киселевск, и др.

Пассажиропоток на этих маршрутах, минимальный в начале и конце суток, остается практически постоянным в течение рабочего времени суток (примерно с 9 до 18 часов по местному времени).

Ко второй группе отнесены маршруты, отличающиеся двумя явными пиками пассажиропотока в течение суток – в начале и в конце рабочего дня. Сюда относятся маршруты Кемерово – Юрта, Кемерово – Новокузнецк (рис. 1, кривая 2), Кемерово – Новосибирск, Кемерово – Гурьевск, Кемерово – Мариинск и др.

Задача оптимизации расписания маршрутов решается двумя способами:

- выбором интервалов между рейсами, обес-

Таблица 1

Маршрут Кемерово – Анжеро-Судженск. Пассажиропоток и время отправления рейсов (Икарус-256) предлагаемые

Время отправления рейса, час	10-00	12-00	14-00	16-00	18-00	19-00
Пассажиропоток рейса, пасс.	30	29	30	29	31	22
Коэффициент использования вместимости	0,71	0,69	0,71	0,69	0,74	0,52

Таблица 2

Маршрут Кемерово – Анжеро-Судженск. Пассажиропоток и время отправления рейсов (Икарус-256) существующие

Время отправления рейса, час	8-00	10-30	12-30	14-00	16-30	17-30	20-00
Пассажиропоток рейса, пасс.	16	26	27	30	29	31	12
Коэффициент использования вместимости	0,38	0,62	0,64	0,71	0,69	0,74	0,29

печивающим стабильно высокий коэффициент использования вместимости подвижного состава;

- подбором моделей подвижного состава в рамках действующего расписания, обеспечивающим максимальный доход и эксплуатационную рентабельность перевозок.

Оптимизация маршрутов первым путем связана с формализованным описанием зависимости пассажиропотока рейса от времени выполнения рейса. Попытки определения зависимости пассажиропотока от времени выполнения рейса не дали положительных результатов. Это связано с тем, что рассматриваемые зависимости носят сложный случайный характер, и определяются большим количеством независимых случайных факторов. Примеры решения этой задачи с помощью табличных алгоритмов приведены в табл. 1 – 8.

Эти таблицы построены на основании обработки практических кривых рассеивания пассажиропотока в зависимости от времени выполнения рейса (рис. 1).

При заданном коэффициенте использования вместимости 0,7 для автобусов модели Икарус-256 зависимость среднего пассажиропотока маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск от времени отправления рейса представлена в табл. 1.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока составит 1,088.

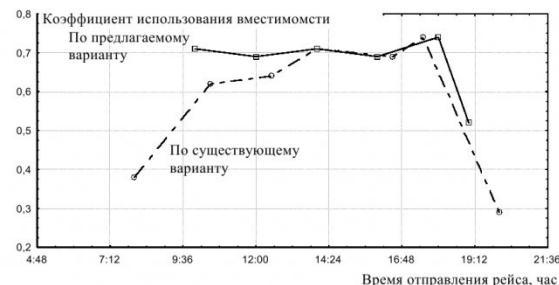


Рис. 2. Зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от времени отправления рейса по предлагаемому и существующему вариантам расписания маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск.

Зависимость среднего пассажиропотока маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск (Икарус-256) от времени отправления рейса при существующем расписании маршрутов представлена в табл.2.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока составил 1,269.

Изменение коэффициента использования вместимости подвижного состава в зависимости от времени отправления рейсов по предлагаемому и существующему вариантам расписания показано на рис. 2.

Таблица 3
Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Анжеро-Судженск по предлагаемому варианту расписания.

Время отправления рейса, час	10-00	12-00	14-00	16-00	18-00	19-00
Доходы от рейса, руб	2061,7	2028,2	2061,7	2028,2	2111,6	1730,6
Затраты на рейс, руб	1428,5	1455,3	1428,5	1455,3	1393,7	1847,3
Эксплуатационная рентабельность рейса	1,44	1,39	1,44	1,39	1,515	0,94

Таблица 4
Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Анжеро-Судженск по существующему варианту расписания

Время отправления рейса, час	8-00	10-30	12-30	14-00	16-30	17-30	20-00
Доходы от рейса, руб	983,9	1429,5	1464,0	1582,7	1549,2	1632,6	794,5
Затраты на рейс, руб	2577,8	1581,1	1541,8	1433,4	1460,2	1398,6	3475,3
Эксплуатационная рентабельность рейса	0,38	0,90	0,95	1,10	1,06	1,17	0,23

Таблица 5
Маршрут Кемерово – Новокузнецк. Пассажиропоток и время отправления рейсов (Икарус 256) предлагаемые

Время отправления рейса, час	8-00	11-00	13-00	14-00	15-00	16-00	18-00
Пассажиропоток рейса, пасс.	39	37	35	41	40	38	36
Коэффициент использования вместимости	0,93	0,88	0,83	0,98	0,95	0,90	0,86

Таблица 6
Маршрут Кемерово – Новокузнецк. Пассажиропоток и время отправления рейсов (Икарус-256) существующие.

Время отправления рейса, час	8-00	11-00	11-30	13-30	14-30	15-30	17-30	19-30
Пассажиропоток рейса, пасс.	39	37	20	41	38	38	33	20
Коэффициент исп. вместимости	0,93	0,88	0,48	0,98	0,90	0,90	0,79	0,48

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Анжеро-Судженск по предлагаемому варианту расписания представлены в табл. 3.

Доходы от перевозок по маршруту за сутки могли составить 12022,0 руб, затраты на перевозки – 9008,6 руб. Предполагаемая средняя эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки могла составить 1,334.

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Анжеро-Судженск по существующему варианту расписания, представлены в табл.4.

Доходы от перевозок по маршруту за сутки составляют 9436,4 руб, затраты на перевозки – 13468,2 руб. Эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составляет в среднем 0,701.

Таким образом, совершенствование расписания маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск по предлагаемой методике без изменения моделей подвижного состава позволит увеличить суточный доход от маршрута в среднем на 27,4%, снизить суточные затраты на маршрут на 33,1%, увеличить среднюю эксплуатационную рентабельность маршрута с 0,701 до 1,334.

При этом количество рейсов по маршруту сокращается с 7 до 6.

В подтверждение результатов, полученных при исследовании маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск, были проведены исследования результатов перевозок по маршруту Кемерово - Новокузнецк.

При заданном коэффициенте использования вместимости 0,90 при использовании для перевозок автобусов модели Икарус-256 зависимость среднего пассажиропотока маршрута Кемерово – Новокузнецк от времени отправления рейса представлена в табл. 5.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока составляет 1,083.

Зависимость среднего пассажиропотока маршрута Кемерово – Новокузнецк (Икарус-256) от времени отправления рейса при существующем расписании маршрутов представлена в табл.6.

Коэффициент неравномерности пассажиропо-

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по предлагаемому варианту расписания.

Время отправления рейса, час	8-00	11-00	13-00	14-00	15-00	16-00	18-00
Доходы от рейса, руб	4735,8	4579,7	4421,9	4890,2	4797,7	4642,3	4516,8
Затраты на рейс, руб	3691,1	3519,8	3557,1	3769,6	3721,7	3647,4	3593,6
Эксплуатационная рентабельность рейса	1,283	1,265	1,243	1,297	1,289	1,273	1,257

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по существующему варианту расписания

Время рейса, час	8-00	11-00	11-30	13-30	14-30	15-30	17-30	19-30
Доходы руб	4042,6	3886,5	2375,4	4196,9	3949,1	3949,1	3601,0	2556,4
Затраты, руб	3696,6	3625,3	3751,8	3775,1	3652,9	3652,9	3519,8	3604,3
Экспл. рентабельность	1,094	1,072	0,633	1,112	1,081	1,081	1,023	0,709



Рис. 3. Зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от времени отправления рейса по предлагаемому и существующему вариантам расписания маршрута Кемерово – Новокузнецк

тока составил 1,233.

Изменение коэффициента использования вместимости подвижного состава в зависимости от времени отправления рейсов по предлагаемому и существующему вариантам расписания показано на рис. 3.

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по предлагаемому варианту расписания представлены в табл. 7.

Доходы от перевозок по маршруту за сутки могли составить 32584,4 руб, затраты на перевозки – 25500,3 руб. Предполагаемая средняя эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составила бы 1,277.

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по существующему варианту расписания, представлены в табл. 8.

Доходы от перевозок по маршруту за сутки составляют 28557,0 , затраты на перевозки – 29305,7 руб. Эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составляет в среднем 0,974.

Таким образом, совершенствование расписания маршрута Кемерово – Новокузнецк по предлагаемой методике без изменения моделей подвижного состава позволит увеличить суточный доход от маршрута в среднем на 14,1%, снизить суточные затраты на маршрут на 13%, увеличить среднюю эксплуатационную рентабельность мар-

Таблица 7

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по предлагаемому варианту расписания.

Таблица 8

Доходы и затраты на рейсы по маршруту Кемерово – Новокузнецк по существующему варианту расписания

шрута с 0,974 до 1,277. При этом число рейсов по маршруту могло бы быть сокращено с 8 до 7.

Предлагаемый способ оптимизации расписания маршрутов позволяет увеличить и стабилизировать на заданном уровне коэффициент использования парка подвижного состава (рис. 2, 3), снизить коэффициент неравномерности пассажиропотока, что приведет к увеличению доходов от маршрута, снижению затрат на перевозки и росту эксплуатационной рентабельности маршрутов.

Существенный недостаток этого способа - необходимость снижения количества рейсов на маршруте, как основного средства увеличения и стабилизации коэффициента использования подвижного состава и источника уменьшения затрат на перевозки. Снижение количества рейсов на маршруте приводит к увеличению интервала между рейсами (по сравнению с действующим расписанием), и, в ряде случаев, отмене ранних утренних и поздних вечерних рейсов. Это может привести к некоторому снижению суточного количества пассажиров, обслуживаемых рейсовыми автобусами,

поскольку пассажиры во избежание длительного ожидания могут воспользоваться маршрутными такси или другими видами транспорта, что приведет к снижению фактических доходов маршрута.

Кроме того, по той же причине, доля пассажиров, оплачивающих свой проезд, снижается, и увеличивается доля пассажиров - «льготников», что также приводит к снижению доходов маршрута.

В этой связи более рациональным представляется использование второго способа оптимизации маршрутного расписания - подбор моделей подвижного состава в рамках действующего расписания, обеспечивающий максимальный доход и эксплуатационную рентабельность перевозок.

Решение этой задачи для маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск приведено ниже.

Все рейсы маршрута в настоящее время выполняются автобусами Икарус-256, либо аналогичными по вместимости и уровню комфорта.

Результаты функционирования маршрута, полученные на основании данных таблиц 1 - 4, сведены в табл. 9. Доходы от перевозок по маршруту

Таблица 9

**Результаты функционирования маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск
при существующем расписании и моделях автобусов**

Время отправления рейса	8-00	10-30	12-30	14-00	16-30	17-30	20-00
Коэффициент использ. вместимости	0,38	0,62	0,64	0,71	0,69	0,74	0,29
Доходы от рейса, руб	983,9	1429,5	1464,0	1582,7	1549,2	1632,6	794,5
Затраты на рейс, руб	2577,8	1581,1	1541,8	1433,4	1460,2	1398,6	3475,3
Экспл. рентабельность рейса	0,38	0,90	0,95	1,10	1,06	1,17	0,23

Таблица 10

**Возможные результаты функционирования маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск
при существующем расписании и предлагаемых моделях автобусов**

Время отправления рейса	8-00	10-30	12-30	14-00	16-30	17-30	20-00
Коэффициент использ. вместимости	0,64	0,72	0,75	0,71	0,81	0,74	0,52
Доходы от рейса, руб	1025,1	1450,7	1495,2	1582,7	1582,7	1632,6	883,7
Затраты на рейс, руб	976,7	1233,8	1195,0	1433,4	1133,6	1398,6	1371,6
Экспл. рентабельность рейса	1,05	1,18	1,25	1,10	1,40	1,17	0,644

Таблица 11

**Результаты функционирования маршрута Кемерово – Новокузнецк
при существующем расписании и моделях автобусов.**

Время отпр. рейса	8-00	11-00	11-30	13-30	14-30	15-30	17-30	19-30
Коэффи. исп. вместимости	0,93	0,88	0,48	0,98	0,90	0,90	0,79	0,48
Доходы руб	4042,6	3886,5	2375,4	4196,9	3949,1	3949,1	3601,0	2556,4
Затраты, руб	3696,6	3625,3	3751,8	3775,1	3652,9	3652,9	3519,8	3604,3
Экспл. рентабельность	1,094	1,072	0,633	1,112	1,081	1,081	1,023	0,709

Таблица 12

Возможные результаты функционирования маршрута Кемерово – Новокузнецк при существующем расписании и предлагаемых моделях автобусов.

Время отпр. рейса	8-00	11-00	11-30	13-30	14-30	15-30	17-30	19-30
Коэффи. исп. вместимости	0,93	0,88	0,87	0,98	0,9	0,9	0,92	0,87
Доходы руб	4042,6	3886,5	2670,6	4196,9	3949,1	3949,1	3647,4	2670,6
Затраты, руб	3696,6	3625,3	2179,5	3775,1	3652,9	3652,9	3229,2	2179,5
Экспл. рентабельность	1,094	1,072	1,225	1,112	1,081	1,081	1,130	1,225

за сутки составляют 9436,4 руб, затраты на перевозки – 13468,2 руб. Эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составляет в среднем 0,701.

Ориентируясь на среднее количество пассажиров в каждом рейсе (табл. 2), предлагается рейсы на 8-00 и 20-00 выполнять автобусами модели ПАЗ 5202, рейсы на 10-30, 12-30 и 16-30 – автобусами ЛАЗ 695, и рейсы 14-00 и 17-30 – автобусами Икарус-256 или аналогичными по вместимости.

Возможные результаты функционирования маршрута при использовании предлагаемых моделей автобусов с сохранением существующего расписания и пассажиропотока представлены в табл. 10. Возможная зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от времени рейса при предлагаемой структуре моделей подвижного состава показана на рис. 4.

В результате предлагаемой замены моделей автобусов, при существующем расписании, доходы от перевозок по маршруту за сутки составят 9652,7 руб, затраты на перевозки – 8742,7 руб. Рост доходов от перевозок составит всего 2,3%, тогда как снижение затрат на выполнение рейсов в течение суток произойдет на 35,1%. Эксплуатационная рентабельность маршрута увеличится с 0,701 до 1,104, т.е. он становится рентабельным.

В подтверждение результатов, полученных при исследовании маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск, были проведены исследования результатов перевозок по маршруту Кемерово – Новокузнецк. Все рейсы маршрута в настоящее время выполняются автобусами «Икарус» 256, либо аналогичными. Результаты функционирования маршрута, полученные на основании таблиц 1 – 8, сведены в табл. 11.

Доходы от перевозок по маршруту за сутки составляют 28557,0 руб, затраты на перевозки – 29305,7 руб. Эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составляет в среднем 0,974.

Ориентируясь на среднее количество пассажиров в каждом рейсе, предлагается рейсы на 11-30 и 19-30 выполнять автобусами модели ПАЗ 5202, рейс на 17-30 – автобусом ЛАЗ 695, и остальные рейсы – автобусами «Икарус 250» или аналогичными по вместимости.

Возможные результаты функционирования маршрута при использовании предлагаемых моделей автобусов с сохранением существующего расписания и пассажиропотока представлены в табл. 12.

В результате предлагаемой замены моделей автобусов, при существующем расписании доходы от перевозок по маршруту за сутки составят

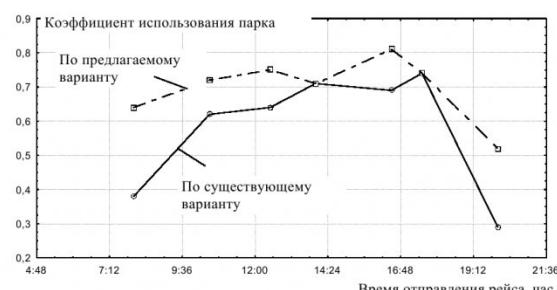


Рис. 4. Зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от моделей применяемых автобусов при существующем расписании маршрута Кемерово – Анжеро-Судженск



Рис. 5. Зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от моделей применяемых автобусов при существующем расписании маршрута Кемерово – Новокузнецк

29012,8 руб, затраты на перевозки – 25091,0 руб. Эксплуатационная рентабельность маршрута за сутки составит в среднем 1,156.

Возможная зависимость коэффициента использования вместимости подвижного состава от времени рейса при предлагаемой структуре моделей подвижного состава показана на рис. 5.

Так, рост доходов от перевозок составит 1,6%, тогда как снижение затрат на выполнение рейсов в течение суток произойдет на 14,4%. Эксплуатационная рентабельность маршрута увеличится с 0,974 до 1,156, т.е. маршрут становится рентабельным.

Таким образом, оптимизация расписания маршрута, выполняемая посредством изменения моделей подвижного состава, осуществляющего перевозки, дает результаты, не худшие, чем оптимизация расписания рейсов по маршруту при сохранении используемых моделей автобусов, обеспечивая в ряде случаев более высокую эксплуатационную рентабельность маршрутов, и, тем самым, снижая размеры дотаций на компенсацию эксплуатационных издержек перевозчиков.

□ Автор статьи:

Клепцова
Лилия Николаевна
– зав. лабораториями каф.
автомобильных перевозок