

СТРУКТУРНО-КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ¹²

© Чернявский А.Л., Дорофеюк А.А., Киселёва Н.Е.

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАН

Abstract. This paper is dedicated to the utilization of data analysis structure-classification methods in order to estimate the enterprise functioning efficiency (by the example of the passenger motor transport enterprises in the Moscow Region).

ВВЕДЕНИЕ

В работе рассмотрены результаты использования методов классификационного анализа данных [1] для оценки эффективности функционирования предприятий. Рассмотрение проводится на примере системы управления пассажирскими автоперевозками в Московской области. В отличие от других субъектов Российской Федерации в Московской области такие перевозки в основном осуществляет государственное унитарное предприятие (по структуре управления фактически являющееся холдингом) – ГУП «Мострансавто», которое имеет 40 филиалов, – это фактически (но не юридически) самостоятельные (АТП), функционирующие во всех районах области.

Для построения моделей функционирования автотранспортных предприятий применялись методы классификационного анализа данных, в том числе алгоритмы автоматической классификации [1], экстремальной группировки параметров [2] и кусочной аппроксимации сложных зависимостей [3].

Массив исходной информации содержал значения 43 показателей (25 первичных и 18 расчетных) работы АТП за 4 года. Чтобы исключить влияние размера предприятия, анализ проводился в удельных показателях (на один час работы автобуса). Чтобы исключить влияние инфляции, все стоимостные показатели были пересчитаны в сопоставимых ценах. Для построения кусочно-линейных моделей в основном использовалась двухэтапная процедура кусочной аппроксимации [4]. На первом этапе с помощью комплексного алгоритма автоматической классификации [5] производится классификация всех объектов в пространстве входных параметров. На втором этапе для каждого из классов строилась локальная линейная регрессионная модель зависимости одного из выходных параметров от некоторого множества входных. Для выбора информативных параметров (снижения размерности пространства входов) использовались алгоритмы экстремальной группировки параметров [2, 5]. Всего было построено 7 моделей, характеризующих структуру и динамику доходов, себестоимости перевозок, а также влияние структуры автопарка и размера предприятия на экономическую эффективность перевозок.

¹²Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект 08-07-00349-а.

1. ИСХОДНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Выбор показателей для оценки эффективности предприятий пассажирского автотранспорта имеет определенную специфику. Вообще говоря, в условиях рыночной экономики показателями эффективности предприятия являются уровень рентабельности (в текущем году и в динамике за ряд лет) и положение на рынке (динамика объема продукции или услуг за ряд лет). Однако пассажирские АТП по ряду причин являются убыточными. В существующих условиях есть только один показатель, на основе которого можно судить об эффективности предприятия, - это получаемый предприятием доход. Однако величина дохода сама по себе ещё не может служить оценкой эффективности, единственным надёжным критерием является динамика дохода, показывающая, насколько активно ведет себя предприятие на рынке транспортных услуг.

Для сравнительной оценки эффективности предприятий удобнее перейти к удельным показателям, позволяющим исключить влияние размера предприятия. В работе используется показатель «доход на один час работы автобуса» (сокращенно «часовой доход»). Часовой доход (ЧД) ещё меньше, чем величина дохода (Д), может служить оценкой эффективности предприятия, поскольку при одной и той же величине Д величина ЧД зависит от количества авточасов (объема транспортного обслуживания). Но и динамика ЧД сама по себе не может использоваться в качестве критерия эффективности, поскольку один и тот же прирост ЧД может быть достигнут как за счет увеличения количества пассажиров или тарифа, так и сокращением авточасов. По этой же причине нельзя использовать в качестве итогового показателя эффективности коэффициент доходности (КД – отношение дохода к расходам). В условиях убыточности увеличение КД может быть вызвано сокращением объема перевозок.

Однако можно ввести такой показатель динамики ЧД, который исключал бы его прирост за счет сокращения авточасов. Пусть, например, в течение нескольких лет часовой доход предприятия увеличился в $k_{\text{ЧД}}$ раз, а количество авточасов – в $k_{\text{АЧ}}$ раз. Если бы доход предприятия за этот период не изменился, часовой доход за счет сокращения авточасов вырос бы в $1/k_{\text{АЧ}}$ раз, и его прирост составил бы $\Delta\text{ЧД} = (\text{ЧД} - \text{ЧД}_0) = \text{ЧД}_0 (1/k_{\text{АЧ}} - 1)$, где ЧД_0 – величина часового дохода в базовом году, относительно которого считается прирост. Пусть ЧД_T – величина часового дохода в текущем году. Тогда его фактический прирост равен $\text{ЧД}_T - \text{ЧД}_0 = \text{ЧД}_0 (k_{\text{ЧД}} - 1)$. Вычитая $\Delta\text{ЧД}$ из фактического прироста часового дохода и деля на ЧД_0 , получим показатель $\text{РПЧД} = k_{\text{ЧД}} - 1/k_{\text{АЧ}}$, который назовём **реальным приростом часового дохода**. Этот показатель характеризует относительный прирост часового дохода за счет всех факторов, кроме сокращения авточасов. Не составляет труда исключить таким же образом влияние повышения тарифа на прирост ЧД. Однако, поскольку тариф для всех предприятий области один и тот же, этого можно не делать. В совокупности два показателя – РПЧД и сокращение авточасов – достаточно полно характеризуют эффективность работы автотранспортного предприятия с точки зрения увеличения доходов.

Исходными являются данные о работе 40 пассажирских АТП «Мострансавто» за 4 года. Каждое предприятие характеризуется 43-я показателями, 25 из которых взяты из форм статистической отчетности, а остальные 18 (в том числе показатель РПЧД) являются расчетными. Чтобы исключить влияние инфляции, все стоимостные показатели даны в сопоставимых ценах.

Задача состоит в выявлении факторов, влияющих на показатели эффективности АТП, а также в выяснении возможности воздействовать на эти факторы для изменения их в нужном направлении.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ АТП «МОСТРАНСТВО»

2.1. Классификация по показателям эффективности. Вначале отметим, что коэффициент корреляции между показателями «прирост дохода» и РПЧД равен 0,971, т.е. динамика удельного дохода и динамика дохода предприятия практически совпадают.

С помощью комплексного алгоритма автоматической классификации [5] и алгоритма построения хорошо интерпретируемой классификации [6] была построена двумерная классификация предприятий по показателям «сокращение авточасов» и РПЧД с тремя диапазонами значений каждого показателя («высокие», «средние» и «низкие» значения). Разброс значений показателей оказался достаточно большим. Было выделено 12 лучших АТП – с наибольшим реальным приростом часового дохода и наименьшим сокращением авточасов. Эти предприятия имеют РПЧД от 15 до 64 % и сокращение авточасов от –2 % (увеличение на 2%) до 10 %. Было выделено также 8 худших АТП, которые имеют РПЧД от –17 до –99 % и сокращение авточасов от 26 до 51 %.

Для объяснения столь больших различий в показателях эффективности АТП экспертами было сделано предположение, что лучшие и худшие предприятия отличаются не только показателями эффективности, но и другими показателями, от которых, возможно, и зависит эффективность (например, размерами; доходами от разных видов перевозок; количеством автобусов, занятых в этих перевозках; и т.п.). Чтобы проверить сделанное предположение, был проведен сравнительный анализ значений средних и стандартных отклонений всех 25 первичных показателей для лучших и худших АТП.

Оказалось, что по большинству показателей статистически значимых различий между лучшими и худшими предприятиями не наблюдается. Это касается не только общих показателей, но и показателей по отдельным видам перевозок. В соответствии с действующей системой учёта все перевозки разделены на четыре вида – *маршрутными такси, городские, пригородные и междугородные* перевозки. По каждому виду перевозок между показателями лучших и худших предприятий нет статистически значимых отличий, за исключением показателей междугородных перевозок.

Таким образом, сделанное предположение не подтвердилось. Этому возможно только одно объяснение – фактором, влияющим на показатели эффективности предприятия, может быть сложившаяся структура дохода (или структура перевозок, далее эти понятия используются как синонимы).

2.2. Классификация по структуре дохода. Для проверки этого была построена классификация АТП по структуре дохода, т.е. классификация в четырехмерном пространстве показателей – доли дохода от каждого вида перевозок в суммарном доходе предприятия.

При этом каждое АТП за каждый год считалось независимым объектом. Таким образом, классифицировалось $40 \times 4 = 160$ АТП. Вначале в четырехмерном пространстве была построена обычная классификация [5] на 14 классов. Затем, с помощью алгоритма построения хорошо интерпретируемых классификаций [6] для каждого показателя были определены диапазоны высоких, средних и низких значений. Границы этих диапазонов строились по критерию минимального числа отсеченных объектов [6]. В построенной таким образом спрямляющей классификации [6] количество непустых классов оказалось равным 19. Проведенный анализ показал, что эта спрямляющая классификация достаточно хорошо аппроксимирует исходную классификацию на 14 классов.

Каждый класс характеризуется четырехпозиционным буквенным кодом, позиции которого соответствуют видам перевозок. В каждой позиции может стоять одна из трех букв: Н (низкая доля в суммарном доходе), С (средняя доля) или В (высокая доля).

Рассмотрим результаты построенной классификации с точки зрения влияния структуры дохода на показатели эффективности. Восемь из 12 лучших предприятий находятся в классах 7 (его описание – НСНС) и 10 (его описание – ННСС). В 3 классах преобладают средние предприятия. Структура перевозок в классах 7 и 10 имеет следующие особенности:

- 1) уровень развития междугородных перевозок не ниже среднего (не менее 0,14);
- 2) уровень развития не ниже среднего имеет, по крайней мере, еще один вид перевозок, кроме междугородных: городские (в классе 7) – не менее 0,19 от суммарного дохода или пригородные (в классе 10) – не менее 0,54 от суммарного дохода.

Что касается важности междугородных перевозок для повышения эффективности, полученные результаты согласуются с результатами предыдущего раздела. Вместе с тем, они дают дополнительную информацию – для получения высоких показателей эффективности одного только развития междугородных перевозок недостаточно, оно должно быть подкреплено развитием хотя бы еще одного вида перевозок.

Для удобства структуру перевозок, характерную для классов 7, 10 условно будем называть «оптимальной». При детальном анализе оказалось, что из 12-ти лучших предприятий 11 имеют оптимальную структуру перевозок – междугородные перевозки на уровне не ниже среднего и, в дополнение к этому, по крайней мере, еще один вид перевозок на уровне не ниже среднего. Таким образом, структура перевозок оказывает влияние на эффективность АТП. Однако это влияние не является

определяющим, – во многих классах присутствуют как лучшие, так и худшие предприятия, причем с очень близкими (даже в пределах своего класса) характеристиками структуры перевозок. Другими словами, оптимальная структура перевозок не столько обеспечивает эффективную работу АТП, сколько создает для неё благоприятные возможности. Однако эти возможности нужно ещё уметь реализовать. Таким образом, возникает проблема управляемости – в какой степени АТП и холдинг могут влиять: 1) на показатели эффективности в рамках существующей структуры перевозок и 2) на саму структуру перевозок.

3. УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ ПЕРЕВОЗОК И ВЕЛИЧИНОЙ ДОХОДА

Рассмотрим вначале вопрос о возможности управления самой структурой перевозок. Среди специалистов пассажирского автотранспорта широко распространено мнение, что структура перевозок и получаемый предприятием доход определяются структурой пассажиропотока и от предприятия практически не зависят [7]. Для проверки справедливости этого мнения проанализируем, как изменились структуры перевозок этих предприятий за 4 года. Будем говорить, что АТП улучшило структуру перевозок, если в первый год она не была оптимальной, а в последующие годы стала таковой. И наоборот, если в первый год структура перевозок АТП была оптимальной, а в четвёртый год уже перестала быть таковой, будем говорить, что его структура перевозок ухудшилась.

Три из 12 лучших АТП на протяжении всех четырёх лет сохраняли оптимальную структуру перевозок. Ещё 9 АТП улучшили свою структуру, причём 5 из них вошли в число лучших предприятий. Однако остальным 4 АТП одного только улучшения структуры оказалось недостаточным. Причина этого состоит в том, что разные АТП улучшают структуру перевозок по разному – одни преимущественно за счёт развития перспективного вида перевозок, другие – за счёт сокращения неперспективных. Ухудшили же структуру перевозок за тот же период всего 3 АТП.

Анализ классификации показал, что качественное изменение структуры перевозок требует времени, – за четырёхлетний период структура перевозок изменилась у 32 предприятий из 40, а за последний год – только у 14.

Таким образом, результаты анализа свидетельствуют о том, что АТП имеют возможность изменять структуру перевозок как за счёт развития перспективных видов перевозок, так и за счёт сокращения неперспективных.

Как отмечалось выше, принадлежность АТП к тому или иному классу по структуре перевозок создает лишь благоприятные возможности для эффективной работы предприятия, и многое зависит от того, как предприятие реализует эти возможности.

В качестве примера рассматривались три пары предприятий, очень близких по структуре перевозок, но резко отличающихся по показателям эффективности. По итогам этого сравнительного анализа, можно сказать, что резкие различия в динамике показателей эффективности во всех рассмотренных случаях невозможно объяснить действием каких-то объективных факторов (за исключением резкого уменьшения объёмов перевозок маршрутными такси, от которого сильно пострадало Балашинское АТП).

Таким образом, как структура перевозок (долевое распределение доходов от разных видов перевозок), так и абсолютные величины этих доходов в сильной степени зависят от эффективности руководства предприятием и, следовательно, обладают достаточно высокой степенью управляемости. В условиях рыночной конкуренции не существует стандартных правил повышения эффективности АТП, многое зависит от инициативы руководства АТП, его умения работать в контакте с местной администрацией и т.п.

Проведенная экспертиза, в которой участвовали директора АТП, их заместители по перевозкам, начальники отделов эксплуатации, выявила следующие факторы, влияющие на доходность перевозок:

1. Интенсивность пассажиропотока (на социальных маршрутах существенное значение имеет также его структура, т.е. доля пассажиров, имеющих льготы по оплате проезда).
2. Конкурентоспособность АТП на рынке пассажирских перевозок, на которую влияет ряд позиций, многие из которых не зависят от АТП, в том числе к ним относятся: недостатки действующего законодательства; специфика взаимоотношений с местной администрацией; рыночная стратегия АТП (позиция АТП на рынке перевозок); эффективность помощи, оказываемой АТП вышестоящей организацией (ГУП «Мострасавто»).

Поскольку первый фактор – интенсивность пассажиропотока – определяется территориальным расположением АТП, численностью и составом населения, существующим спросом на перевозки, его можно рассматривать как объективный, не зависящий от АТП. Поэтому основное внимание необходимо обращать на группу факторов, определяющих конкурентоспособность предприятия.

Таким образом, анализ полученной классификации подтверждает, что как структурой перевозок, так и доходами от разных видов перевозок можно управлять. Предложенный метод классификационного анализа даёт руководству «Мострансавто» новый инструмент управления. Пользуясь этим инструментом, можно находить наиболее выгодную в данное время структуру перевозок, определять отстающие виды перевозок и разрабатывать стратегию их развития как по холдингу в целом, так и по отдельным АТП. Использование показателей эффективности даёт возможность руководству своевременно фиксировать негативные тенденции в развитии отдельных АТП и принимать меры по их устранению – своевременно укреплять руководство этими предприятиями, устранять «узкие места» во взаимоотношениях предприятий с районной администрацией, выравнивать условия конкуренции с частными перевозчиками и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены результаты использования методов классификационного анализа данных для оценки эффективности пассажирских автоперевозок в Московской области.

Для построения моделей функционирования автотранспортных предприятий применялись методы классификационного анализа данных, в том числе алгоритмы

автоматической классификации, экстремальной группировки параметров и кусочной аппроксимации сложных зависимостей, а также экспертные методы коррекции и анализа полученных классификаций. Была построена классификация АТП по показателям динамики часового дохода и количества авточасов. Разброс значений показателей оказался весьма большим. Было сделано предположение, что фактором, влияющим на динамику часового дохода и количества авточасов, может быть структура дохода, обусловленная сложившейся на предприятии структурой перевозок. Для проверки этого предположения была построена автоматическая классификация 40 АТП по структуре дохода. Детальное рассмотрение результатов классификации показало, что влияние структуры перевозок не является определяющим. Было показано, что «оптимальная» структура перевозок не столько обеспечивает эффективную работу предприятий, сколько создает для неё благоприятные возможности, которые необходимо ещё реализовать. Была сформулирована проблема управляемости, – в какой степени предприятия могут влиять, во-первых, на показатели экономической эффективности в рамках существующей структуры перевозок и, во-вторых, на саму структуру перевозок.

Рассмотрены возможности управления структурой перевозок и величиной дохода АТП. Результаты более детального анализа свидетельствуют о том, что резкие различия в динамике показателей АТП «Мострансавто» невозможно объяснить действием только объективных факторов. Как структура перевозок (т.е. долевое распределение доходов от разных видов перевозок), так и абсолютные величины этих доходов в сильной степени зависят от эффективности работы руководителей предприятия и руководства «Мострансавто».

Предложенный метод классификационного анализа предприятий даёт руководству «Мострансавто» новый инструмент управления. Пользуясь этим инструментом, «Мострансавто» может находить наиболее выгодную в данное время структуру перевозок, определять отстающие виды перевозок и разрабатывать стратегию их развития. Использование показателей эффективности даёт возможность руководству «Мострансавто» своевременно фиксировать негативные тенденции в развитии отдельных предприятий и принимать меры по их устранению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бауман Е.В., Дорофеев А.А. Классификационный анализ данных. / Труды Международной конференции по проблемам управления. Том 1. / – М.: СИНТЕГ. 1999. – С. 62-77.
2. Браверман Э.М., Мучник И.Б. Структурные методы обработки эмпирических данных / – М.: Наука. 1983. – 464 с.
3. Бауман Е.В., Дорофеев А.А., Корнилов Г.В. Алгоритмы оптимальной кусочно-линейной аппроксимации сложных зависимостей. / Автоматика и телемеханика. № 10. 2004.
4. Бауман Е.В., Дорофеев А.А., Чернявский А.Л. Методы структурной обработки эмпирических данных. / Измерения, контроль, автоматизация. 1985. № 3. – С. 64-69.
5. Дорофеев Ю.А. Комплексный алгоритм автоматической классификации и его применение для анализа и принятия решений в больших системах управления. / Теория активных систем. Труды международной научно-практической конференции. / – М.: ИПУ РАН. 2007. – С. 39-42.

6. *Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л.* Алгоритмы построения хорошо интерпретируемых классификаций. / Проблемы управления. №2, 2007. – С. 81-83.
7. Совершенствование организации и управления городского общественного пассажирского транспорта. Материалы межрегионального совещания-семинара в г. Туле. / Автомобильный транспорт. № 8. 2005. – С. 4-6.

Статья поступила в редакцию 27.04.2008