Комаристый Евгений Николаевич

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАКОМПАНИИ НА РЫНКЕ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК

Статья поднимает вопрос о применении математического аппарата для анализа процессов коммерческого управления отдельными элементами маркетинговой деятельности авиакомпании, а также помощи в принятии управленческих решений и является продолжением предыдущей публикации автора [3].

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
управление коммерческой деятельностью, прогнозирование финансовых результатов деятельности, краткосрочное прогнозирование, методы прогнозирования выручки от пассажирских авиаперевозок

Комаристый Е. Н. — начальник отдела маркетинга ОАО «Авиакомпания «Сибирь», доцент кафедры финансов Московского государственного технического университета гражданской авиации, к. э. н. (г. Москва)

Управление коммерческой деятельностью авиакомпании, как и любой другой крупной хозяйствующей структуры, можно разделить на две основные составляющие: управление в краткосрочном и в долгосрочном периодах. Под *управлением в долгосрочном периоде* в настоящей статье понимается прогнозирование спроса на авиаперевозки и планирование работы авиакомпании исходя из этого прогноза, поскольку такие мероприятия, как обновление и расширение парка воздушных судов, являются довольно дорогостоящими. Кроме того, каждый самолет эксплуатируется достаточно продолжительное время, поэтому компании важно предвидеть будущее как тех направлений, на которых она работает в настоящее время, так и перспективных, чтобы выбрать

http://komaristiy.narod.ru

оптимальные по вместимости и дальности полета воздушные суда.

Краткосрочное, или оперативное, *управление* подразумевает анализ и моделирование текущей ситуации по пяти направлениям: предпочтения пассажиров, емкость рынка и конкурентная ситуация (внешние факторы), натуральные и финансовые результаты выполнения рейсов (внутренние факторы) и поиск перспективных направлений. Совокупность этих моделей позволяет принимать оперативные решения по управлению авиакомпанией и осуществлять краткосрочное и среднесрочное планирование (открытие / закрытие рейсов, увеличение частоты полетов, изменение тарифов и т. д.). Исследование *внешних факторов* дает представление о том, как компании проводить внешнюю политику: как привлекать пассажиров, как бороться с конкурентами. Изучение *внутренних факторов* помогает в поиске вариантов снижения издержек и повышения прибыли. Моделирование *перспективных линий* позволяет вести постоянный мониторинг потенциально интересных, но в настоящий момент не используемых линий. Все усилия, направленные на управление деятельностью авиакомпании, имеют конечной целью получение прибыли от этой деятельности. Доходы — основной результат работы, именно из них формируется прибыль, поэтому прогнозирование доходов представляется одной из приоритетных задач любой коммерческой организации.

Когда речь идет о прогнозировании результатов работы авиакомпании на рынке пассажирских авиаперевозок, то тут прогноз общего результата есть произведение прогнозных величин количества перевезенных пассажиров и величины среднего тарифа. Следовательно, точность прогноза доходов от перевозок зависит от точности прогноза как числа перевезенных пассажиров, так и величины среднего тарифа. Существуют методики долгосрочных прогнозов [2], которые применяются в основном для разработки стратегии на среднесрочный и долгосрочный период, но в нашем случае речь пойдет о краткосрочном прогнозировании, на котором, в свою очередь, базируется тактика коммерческой работы авиакомпании.

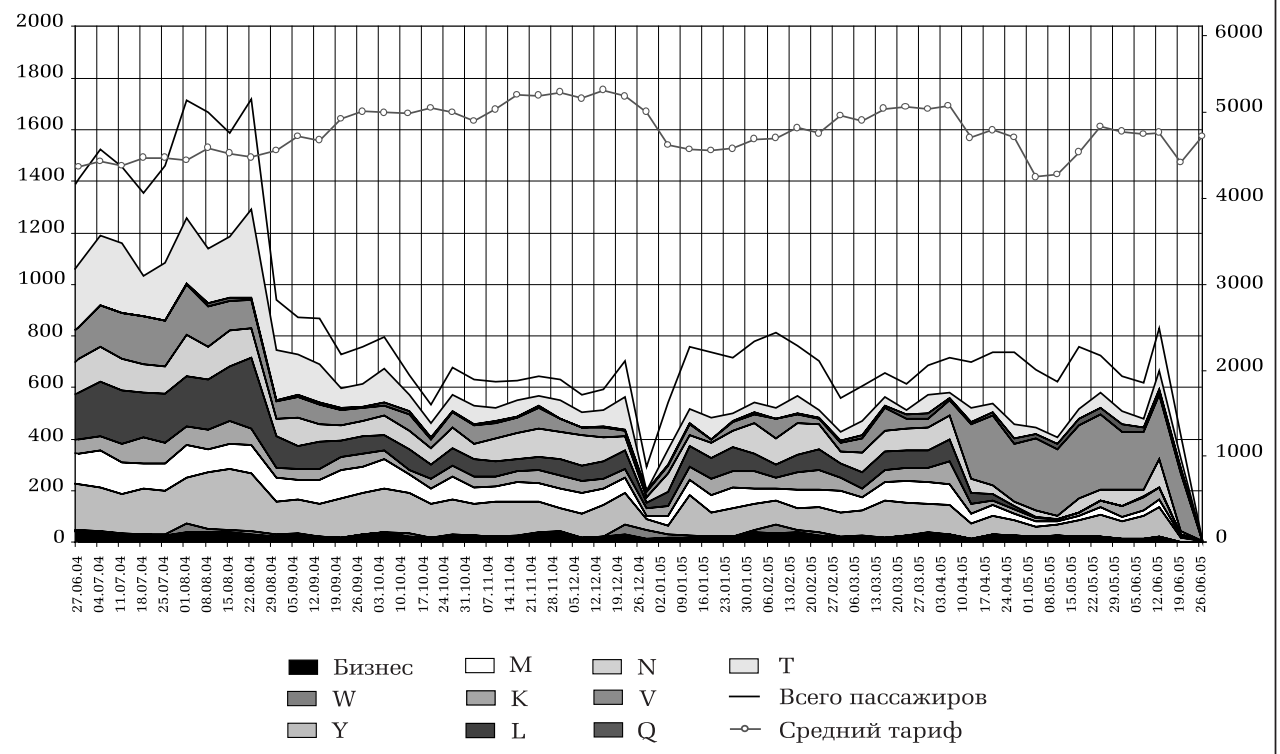
Существует несколько классов бронирования, которые различаются как по стоимости, так и по условиям применения. Менеджеры, отвечающие за каждый конкретный рейс, отслеживают интенсивность бронирования и с учетом спроса регулируют доступность и квоты по каждому классу [3]. В зависимости от соотношения дешевых и дорогих классов колеблется уровень среднего тарифа. Особенность работы любой авиакомпании заключается в следующем. Билеты в большинстве случаев[1] продают авиакассы — агенты. Агенты перечисляют выручку и отчитываются по проданным билетам с некоторой временной задержкой, таким образом, точное значение среднего тарифа становится известно лишь через четыре-пять недель после выполнения рейса.

Такой оперативности явно не достаточно для принятия решений на высококонкурентном рынке, поэтому возникает необходимость прогнозирования среднего тарифа с его последующей коррекцией на основе поступающих реальных данных. На рис. 1 приведен график количества пассажиров по классам (по основной вертикальной оси) и уровень среднего тарифа (по вспомогательной вертикальной оси) на рейсе 3337 / 3338 (Новосибирск — Санкт-Петербург — Новосибирск) авиакомпании «Сибирь». Классы упорядочены по убыванию стоимости снизу вверх. Очевидна зависимость: чем больше доля классов, находящихся выше, тем ниже средний тариф, и наоборот.

[1] В настоящее время в мире активно развивается концепция «дешевых» перевозок при минимуме сервиса и тотальной экономии на затратах. Один из элементов такой экономии — продажа билетов через интернет-сайт авиакомпании. Ведущие мировые перевозчики, использующие подобную бизнес-модель, более 95% билетов реализуют таким образом. В России данная схема работы еще не получила широкого распространения — подавляющая часть билетов продается через авиакассы.

http://komaristiy.narod.ru

РИС. 1. КОЛИЧЕСТВО ПАССАЖИРОВ ПО КЛАССАМ БРОНИРОВАНИЯ И СРЕДНИЙ ТАРИФ НА РЕЙСЕ S7 3337 / 3338



Для прогноза выручки от продажи пассажирских авиаперевозок могут применяться различные методы. Один из них — прогнозирование среднего тарифа на перспективный период на основе ретроспективного периода. Прогноз количества пассажиров производится на основе описанного ранее анализа бронирования на глубину, поэтому основной проблемой представляется прогнозирование среднего тарифа. На практике автором статьи применялись два типа моделей: *простые* и *регрессионные*, которые показали хорошие результаты при прогнозировании.

Простые модели определяют зависимую переменную (прогнозируемое значение) как простую линейную зависимость от аналогичных переменных в прошлом. В основе *первой* модели — рост уровня тарифа по сравнению с той же неделей предыдущих лет. Уровень тарифа для каждой недели года y определяется по формуле:

$$f_{y,w} = f_{y_{-1},w} \times \left(1 + \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} \frac{f_{y_{-i},w} - f_{y_{-i-1},w}}{f_{y_{-i-1},w}}\right),$$

где $f_{y,w}$ — уровень тарифа недели w года y;

y_{-1}, y_{-i}, y_{-i-1} — индексы предыдущего года (–1), года i лет назад (–i) и т. д.;

n — количество лет ретроспективного периода.

В основе *второй* простой модели — величина тарифа каждой недели по сравнению со среднегодовым уровнем тарифа. Данная модель несколько сложнее первой, поскольку для исследуемого года приходится определять и расчетный показатель среднегодового тарифа, на основе которого определяется тариф недели. Уровень среднегодового тарифа для исследуемого года определяется по формуле:

$$f_y = \frac{\sum_{j=2}^{w-5} f_{y,j}}{51-(w-5)} \Big/ \left(\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{51 \times \sum_{j=2}^{w-5} f_{y_{-i},j}}{(51-(w-5)) \times \sum_{k=2}^{52} f_{y_{-i},k}} \right] \right),$$

где $f_{y,w}$ — уровень тарифа недели w года y;

y_{-1}, y_{-i}, y_{-i-1} — индексы предыдущего года (–1), года i лет назад (–i) и т. д.;

n — количество лет, которое считается ретроспективным периодом;

j — номера недель, за которые накоплена статистика по исследуемому году;

k — номера недель года.

Как и в предыдущей модели, n здесь равно 2. Недели с накопленной статистикой (j) берутся начиная с номера 2. Сверху интервал ограничивается номером недели w – 5, где w — номер текущей недели. Необходимость смещения на пять недель вызвана запаздыванием ввода фактических данных в базу. В случае повышения оперативности ввода реальных данных в систему этот показатель может быть пересмотрен и на разных рейсах разных авиакомпаний он может меняться. Недели с номерами 1 и 53 для показателя k не учитываются, поскольку год от года они часто составляют не семь дней, а меньше, и на эти дни приходятся новогодние праздники, что только искажает модель. Уровень тарифа для искомой недели составит:

$$f_{y,w} = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{51 \times f_{y_{-i},w}}{\sum_{k=2}^{52} f_{y_{-i},k}} \right) \times \frac{1}{n} \times f_y ,$$

или, объединяя две формулы и упрощая полученное выражение:

$$f_{y,w} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{51 \times f_{y_{-i},w}}{\sum_{k=2}^{52} f_{y_{-i},k}} \right) \times \frac{\sum_{j=2}^{w-5} f_{y,j}}{51-(w-5)}}{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{51 \times \sum_{j=2}^{w-5} f_{y_{-i},j}}{(51-(w-5)) \times \sum_{k=2}^{52} f_{y_{-i},k}} \right)} .$$

Все приведенные выше теоретические выкладки на практике могут успешно реализовываться с помощью стандартных офисных пакетов, таких как Microsoft Excel. Его аналитический инструментарий позволяет без особых усилий осуществлять вычисления сложных формул, а графическое представление полученного результата делает анализ наглядным и понятным. Пример прогнозного значения среднего тарифа на рейсе 167 / 168 (Москва — Омск — Москва) авиакомпании «Сибирь» приведен на рис. 2.

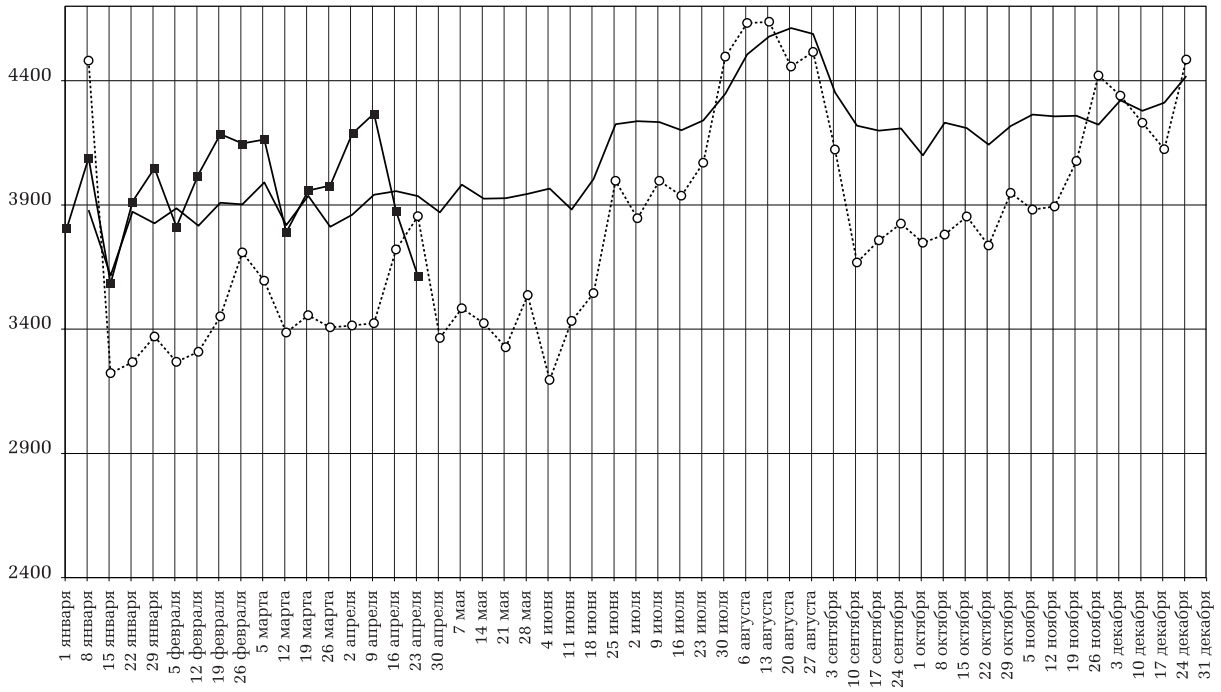
Адекватность простых моделей определяется как среднее арифметическое средневзвешенных отклонений в приростах по используемым в каждой модели методикам максимального значения от минимального. Достаточно точными можно считать данные по таким моделям, адекватность которых превышает 95%. Кроме этого, по каждой модели могут указываться величины квартилей. Так, например, 25%-ный квартиль, равный 2%, обозначает, что для 25% точек реальные значения отличаются от модельных не более чем на 2%; 50%-ный квартиль, равный 7%, означает, что для 50% точек реальные значения отличаются от модельных не более чем на 7%, и т. д.

Важный аспект — *изменение прогноза по простым моделям с течением времени*. Первая простая модель никаким образом не учитывает динамику реальных показателей текущего года, рассматривается лишь ретроспективный период. По этой причине прогноз по модели не будет меняться до конца календарного года, пока не начнется прогнозирование на следующий год. Прогноз по второй простой модели в качестве параметра учитывает накопленную статистику текущего года, поэтому по мере накопления фактической информации он меняется.

Общая идея **регрессионных моделей** состоит в подборе линейного уравнения для целевой функции при определенных аргументах. Аргументы могут быть заданными или наблюдаемыми. В том случае, если мы берем значение функции (в нашем случае среднего тарифа) как зависимость от предыдущих уровней

http://komaristiy.narod.ru

РИС. 2. ПРОГНОЗ СРЕДНЕГО ТАРИФА ПО ПРОСТЫМ МОДЕЛЯМ НА РЕЙСЕ S7 167 / 168



Модель 1
Модель 2
Фактические значения

Модель 1
Адекватность: 91,7%
Минимальное расхождение: 0%
25%-ный квартиль: 0,8%
50%-ный квартиль: 7,3%
75%-ный квартиль: 15,1%
Максимальное значение: 23,9%

Модель 2
Адекватность: 96%
Минимальное расхождение: 0,1%
25%-ный квартиль: 1,2%
50%-ный квартиль: 3,4%
75%-ный квартиль: 5,3%
Максимальное значение: 13,9%

среднего тарифа, то говорим о *наблюдаемых* значениях. Если же пытаемся вывести средний уровень тарифа в зависимости от номера года и номера недели, то в этом случае речь идет о *задаваемых* значениях. Пусть есть некоторая функция y (ряд средних тарифов исследуемого года) и один или несколько рядов аргументов x_n, которые имеют некоторую функциональную связь с y линейным уравнением:

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + ... + a_nx_n + b.$$

Безусловно, точные значения для y_i в большинстве случаев получить не удастся, поскольку на уровень тарифа влияет слишком много факторов, и учесть влияние их всех невозможно. Таким образом, каждое значение y_i будет определяться по формуле:

$$y_i = \sum_{j=1}^{n} a_j x_{ij} + b + \varepsilon_i,$$

где y_i — значение функции y в момент i;

x_{ij} — значение аргумента с номером j в момент времени i;

a_j — коэффициенты при аргументах;

b — свободный коэффициент;

ε_i — ошибка, отклонение реального значения от модельного в момент i.

Подбор коэффициентов линейного уравнения осуществляется по методу наименьших квадратов, т. е. вычисляются такие коэффициенты

a_j и b, при которых сумма квадратов всех ε минимальна:

$$\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \cdots + \varepsilon_n^2 = \min .$$

При линейной аппроксимации отклонения (ошибки) вычисляют по формулам[2]:

$$\varepsilon_1 = y_1 - \sum a_j x_{1j} - b;$$
$$\varepsilon_2 = y_2 - \sum a_j x_{1j} - b;$$
$$\ldots$$
$$\varepsilon_n = y_n - \sum a_j x_{1j} - b.$$

Тогда условие минимума суммы квадратов ошибок можно выразить уравнением:

$$\sum_i \left(y_i - \sum_j a_j x_{ij} - b \right)^2 \to \min .$$

Если имеются всего две переменные и одна является функцией другой, решение задачи сводится к решению системы уравнений:

$$\begin{cases} a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i; \\ a\sum_{i=1}^{n} x_i + nb = \sum_{i=1}^{n} y_i, \end{cases}$$

где a и b — коэффициенты уравнения прямой;

n — количество наблюдений;

y_i — искомая величина;

x_i — исходная величина, функцией которой является величина y_i.

Найдя коэффициенты a и b, т. е. решив систему уравнений, их подставляют в уравнение прямой:

$$\bar{y}(x) = ax + b.$$

Зависимой величиной являются среднеденельные уровни тарифа исследуемого года, независимыми показателями — уровни одного или нескольких предыдущих лет.

Практические исследования по регрессионным моделям также могут быть осуществлены с помощью программного продукта Microsoft Excel, однако в отличие от простых моделей в случае регрессии потребуется активация надстройки «Пакет анализа» (Analysis Tool Pack) для расчета коэффициентов регрессионного уравнения. На рис. 3 приведен прогноз тарифа на рейсе 217 / 218 (Москва — Барнаул — Москва) авиакомпании «Сибирь». В качестве независимых переменных использовались показатели 2003 г. и 2004 г., в качестве зависимых — накопленные данные 2005 г. Таким образом, для прогнозирования средних уровней тарифа имеем три модели: $y = f(x_{2003})$, $y = f(x_{2004})$, $y = f(x_{2003}, x_{2004})$.

Под *адекватностью регрессионных моделей* понимается коэффициент R^2. Для каждой точки вычисляется квадрат разности между прогнозируемым и фактическим значениями y. Сумма этих квадратов разностей называется остаточной суммой квадратов. Затем рассчитывается общая сумма квадратов. После этого регрессионную сумму квадратов (R^2) можно вычислить как частное между разницей общей суммы квадратов с остаточной суммой квадратов и общей суммой квадратов:

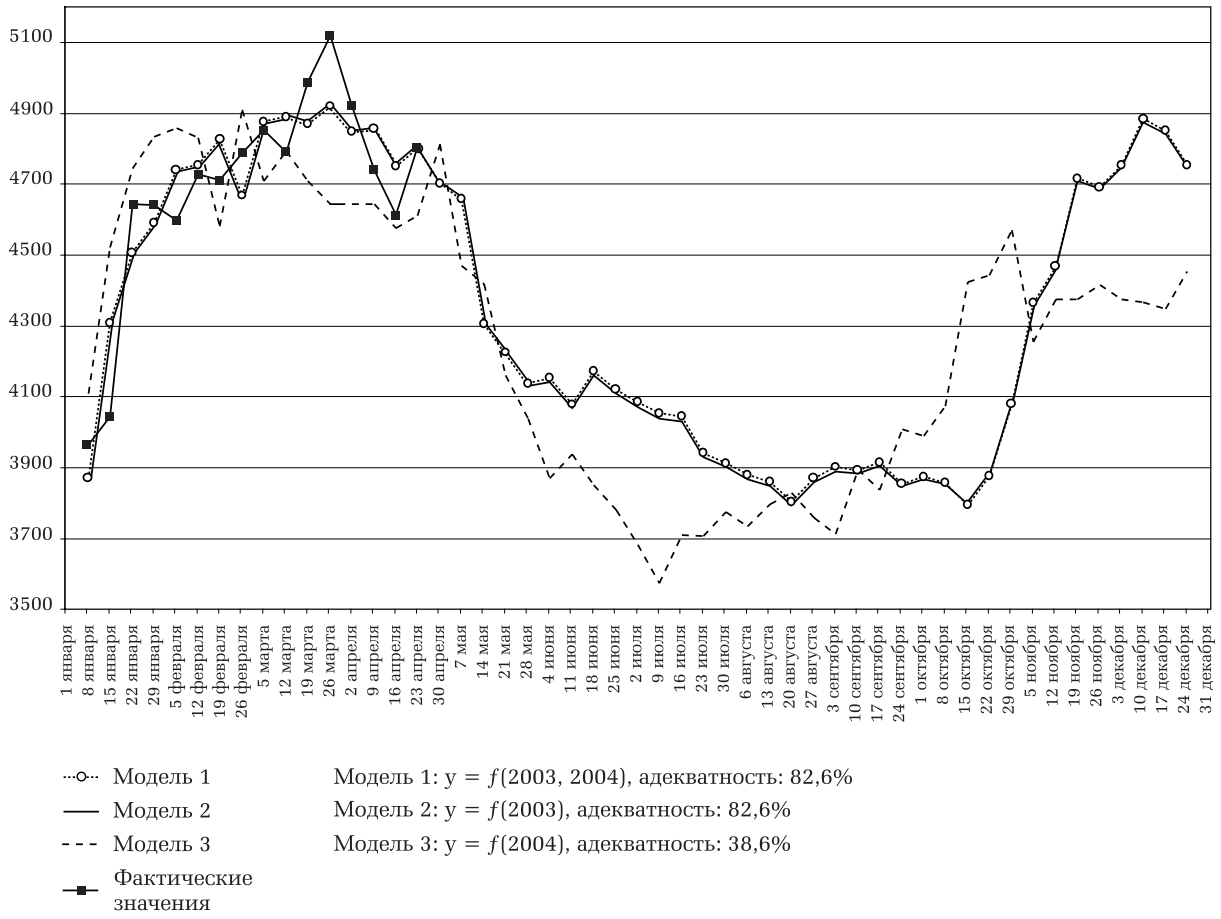
$$R^2 = \frac{\sum y_i^2 - \sum \left(y_i - f(x_i) \right)^2}{\sum y_i^2}.$$

Чем меньше остаточная сумма квадратов, тем больше значение коэффициента детерминированности R^2, который показывает, насколько точно уравнение, полученное с помощью регрессионного анализа, объясняет взаимосвязи между переменными. Точной можно считать модель с адекватностью более 90% ($R^2 > 0{,}9$).

Поскольку линейное уравнение каждой модели зависит от текущей накопленной статистики исследуемого года, модели будут перестраиваться каждую неделю — по мере накопления реальной статистики прогнозы по ним будут

[2] Ошибка — это, по сути, расстояние между реальной точкой и ее смоделированным значением. Расстояние между двумя точками вычисляется по формуле: $(x_{реальное} - x_{модельное})^2 + (y_{реальное} - y_{модельное})^2$. Поскольку координаты x у точек совпадают, первый элемент зануляется, а смоделированное значение y можно выразить через x, в результате чего получаем формулы.

РИС. 3. ПРОГНОЗ СРЕДНЕГО ТАРИФА ПО РЕГРЕССИОННЫМ МОДЕЛЯМ НА РЕЙСЕ S7 217 / 218



меняться, а коэффициенты моделей должны становиться более «правильными».

Если прогноз по $y = f(x_{2004})$ или по $y = f(x_{2003})$ практически идеально совпадает с прогнозом по $y = f(x_{2003}, x_{2004})$, это означает, что показатель 2005 г. максимально похож на соответствующий показатель предыдущего года и имеет с ним достаточно тесную линейную связь.

Путем вычисления произведения смоделированного значения среднего тарифа на прогнозируемую загрузку рассчитывается прогнозируемая выручка от продажи авиаперевозок. Модели могут усложняться, в них можно вводить такие показатели, как уровни тарифов конкурентов (как других авиакомпаний, так и других видов транспорта: железнодорожного и автомобильного), факторы сезонности, тип воздушного судна, время вылета / прилета и т. д. В случае введения в анализ последних двух показателей проводится исследование предпочтений пассажиров, а различным судам и временным диапазонам вылета / прилета присваиваются баллы, или ранги, отражающие предпочтения пассажиров, поскольку в модели можно вводить исключительно численные показатели. Вопрос о количестве и составе включаемых факторов решается индивидуально для каждого

http://komaristiy.narod.ru

рейса каждой авиакомпании в зависимости от их индивидуальных особенностей. С включением каждого дополнительно элемента, в достаточной мере влияющего на уровень тарифа, адекватность моделей повышается.

На практике все расчеты средних тарифов за ретроспективный период и прогнозирование их будущих значений осуществляются в автоматическом режиме средствами пакета Microsoft Office.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусыгин В. П., Желободько Е. В. и др. Микроэкономический анализ несовершенных рынков. — Новосибирск: НГУ, 2000.
2. Комаристый Е. Н. Математические подходы к анализу спроса на пассажирские авиаперевозки // Маркетинг и маркетинговые исследования. — 2004. — №3.
3. Комаристый Е. Н. Максимизация доходов авиакомпании путем внедрения ценовой дифференциации для различных потребительских сегментов // Маркетинг услуг. — 2005. — № 2.
4. Котлер Ф. Основы маркетинга. — М.: Прогресс, 1990.
5. Малхотра Нереш К. Маркетинговые исследования. — М.: Вильямс, 2003.