
ПРОБЛЕМЫ
ПРЕДПРИЯТИЙ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ
ПРЕДПРИЯТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ**

© 2009 г. В. С. Тимофеев, А. Ю. Колесникова

(Новосибирск)

Предлагается оригинальный подход к прогнозированию продаж, учитывающий особенности покупательского поведения. Анализируя эти особенности, авторы вместо обычной практики проведения полевых исследований сосредоточились на эконометрическом анализе внутренней информации. Это позволило построить модели для прогнозирования объемов продаж продуктов питания на основе ритма покупок, характерных для разных типов покупателей. С точки зрения интерпретации полученных результатов более адекватной оказалась модель вероятности покупки.

1. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Розничная торговля (ритейл) является одной из самых крупных и успешных отраслей экономики как в целом по России, так и в большинстве регионов и городов. Так, например, в Новосибирске по доле в ВРП отрасль торговли уступает только отрасли транспорта и связи (РСЕ, 2006). По данным Новосибирского областного комитета по статистике, оборот розничной торговли за 2006 г. приближался к 69.7 млрд. руб. (Новосибирск в цифрах, 2007), при этом доля продовольственных товаров в общем обороте по области сохраняется на уровне 40–45% (Новосибирская область в цифрах, 2007). Таким образом, по состоянию на 2006 г. оборот розничного рынка продовольственных товаров Новосибирска можно оценить примерно в 30.5 млрд. руб. О привлекательности отрасли розничной торговли продовольственными товарами города Новосибирска свидетельствует и начавшийся на рубеже 2003–2004 гг. рост, годовые темпы которого достигали 20% (Новосибирск в цифрах, 2007), обусловленный благоприятной макроэкономической обстановкой и растущим благосостоянием населения. Кроме того, немаловажную роль играет устойчивость спроса в отрасли: расходы на покупку продовольственных товаров составляют неотъемлемую часть потребительских расходов (табл. 1).

Развитие отрасли розничной торговли происходит также и под влиянием внутренних факторов. Увеличение числа торговых точек приводит к росту конкуренции, в том числе и между различными форматами. Особенно сильно она проявляется в сетевой торговле, доля которой, по некоторым оценкам (Смирнов, 2007), превышает 30%. В результате уменьшается концентрация игроков в отрасли. По расчетам¹, индекс Херфиндаля–Хиршмана в сетевой торговле за период с 2004 по 2007 г. снизился со значения 1700 до 1100, что свидетельствует о переходе рынка из умеренно- в низкоконтентрированное состояние. При этом возрастает интерес к отрасли среди как федеральных, так и иностранных игроков. Например, за три года московская сеть “Пятерочка” открыла в Новосибирске 44 магазина (табл. 2).

В настоящее время наблюдается снижение темпов роста рынка до 5–10%, что в силу ужесточения конкуренции приводит к увеличению числа слияний и поглощений на рынке. Например, в августе 2006 г. объединились две крупнейшие местные сети – “Холидей Классик” и “Сибири-ада”. Вместе они составляют около 10% рынка продуктовой розницы, что позволяет активно противостоять устремившимся на местный рынок федеральным игрокам.

Усиление конкуренции ставит перед торговыми предприятиями новые задачи. Главную роль играет не объем сбыта, а число лояльных покупателей. На фоне растущих доходов населения меняются покупательские установки: повышается избирательность, требовательность к комфорту, ассортименту товаров, изменяются предпочтения относительно форматов торговли. Поэтому появляется необходимость учета индивидуальных требований, дифференцированного подхода к

¹ Расчеты производились авторами исходя из предположения, что объем продаж торговых предприятий пропорционален размеру их площадей.

Таблица 1. Структура потребительских расходов городских домохозяйств Новосибирской обл., 2003–2006 гг. (в среднем на члена домохозяйства, в мес.), %

Годы	2003	2004	2005	2006
Потребительские расходы				
Покупка продуктов для домашнего питания	39.0	41.2	42.1	37.2
Питание вне дома	2.4	2.4	1.6	1.4
Покупка алкогольных напитков	2.7	2.7	2.4	2.5
Покупка непродовольственных товаров	33.9	31.5	30.4	33.1
Оплата услуг	22.0	22.2	23.5	25.8
Всего	100	100	100	100

Источник: (Уровень жизни населения, 2007).

Таблица 2. Сетевые розничные игроки различного формата, Новосибирск, 2004–2007 гг.

Наименование формата и сети	2004*	2007**	Наименование формата и сети	2004*	2007**
Супермаркет			Гипермаркет		
Квартал	7	23	Лента	–	2
Холидей-Классик	11	22	Мегас	1	1
Мария-РА	–	5	Алпи	–	2
Дискаунтер***			Cash & Carry		
Пятерочка	–	44	Сибириада	10	16
Рамос	5	11	Быстроном	5	8
Эконом	3	5	Гигант	2	4
Прилавочный тип торговли					
Крепость	51	55	Столичный	16	38

Источник: * (Сиренко, 2006), ** (ДубльГИС Нск, 2007).

*** Дискаунтер – формат розничной торговли, предполагающий наличие узкого ассортимента, минимального набора услуг для покупателей и достаточно низких цен.

клиентам. Это побуждает предприятия розничной торговли уделять больше внимания исследованию особенностей поведения покупателей.

2. ВЛИЯНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ НА ДИНАМИКУ ПРОДАЖ

Ориентация на покупателей на рынке продовольственных товаров привела к необходимости как теоретического, так и эмпирического исследования их поведения.

2.1. Особенности поведения покупателей. Обращаясь к теории маркетинга, отметим, что комплексное исследование покупательского поведения находит отражение в работах экономистов только со второй половины прошлого века (Nicosia, 1966; Engel et al., 1968; Howard, Sheth, 1969). При этом разрабатывались теоретические модели, учитывающие максимально полный перечень факторов, влияющих на покупательское поведение. Постепенно теория отходит от общих схем и стремится к исследованию поведения покупателей в конкретных ситуациях (Бейкер, 2002, с. 145). Следуя данной тенденции, авторы сосредоточились на анализе поведения покупателей продуктов питания, исходя из особенностей товаров данной группы.

В основе проведенного анализа лежит модель черного ящика, которая описывает принятие решения о выборе, происходящем в подсознании покупателя. В работах на эту тему (Блэкуэлл и др., 2003) обычно исследуется только выбор торговой марки. Но поведение покупателей выражается также в выборе магазина, времени и объема покупки. В данной статье рассматривается обобщенная задача выбора покупателем продовольственных товаров.

Невысокая стоимость продуктов питания и повседневность их приобретения делают покупку рутинным занятием. Такой характер покупки характеризуется низкой заинтересованностью покупателя в процессе принятия решения, что выражается в низкой интенсивности поиска информации, в нежелании предварительного оценивания продуктов (Assael, 1987). Отсутствие подготовительной стадии при осуществлении выбора приводит к тому, что покупатель реагирует на внешние стимулы, соотнося их с внутренними требованиями. В этом процессе участвуют как наблюдаемые переменные (стимулы, характеристики и реакция покупателя), так и ненаблюдаемые, относящиеся к качествам покупателя и формирующимся на их основе критериям выбора. Рассмотрим более детально процесс принятия решения о покупке продовольственных товаров.

Главными мотивами покупки продовольственных товаров являются удовлетворение базовых потребностей и пополнение запасов продуктов длительного хранения. При этом покупатели в меньшей степени склонны к престижному потреблению и руководствуются в основном принципом экономии и рациональности. Поэтому предприятия стараются добиться ценовых преимуществ по сравнению с конкурентами путем снижения цен, проведения акций и распродаж и т.д. В результате у покупателя формируется определенная корзина продуктов, от которой он, стремясь к стабильности, старается не отклоняться. Так складывается устойчивая структура спроса по группам населения. Это дает возможность торговым предприятиям выявлять и анализировать закономерности поведения потребителей, выделять сегменты рынка, на которые следует ориентироваться, и позиционировать себя соответствующим образом, тем самым снижая риск покупателя, связанный с возможным неудовлетворением от выбранной торговой марки или магазина.

Рутинность покупки продуктов питания не позволяет предприятиям сформировать приверженность покупателей. Но благодаря повторяющейся рекламе и мероприятиям по продвижению создается осведомленность о торговом предприятии, бренде. В ситуации низкой заинтересованности покупатель пассивно усваивает данную информацию, поэтому она оказывает на его поведение сильное воздействие. Это побуждает покупателя выбирать определенную марку и магазин, а при постоянном воздействии маркетинговых стимулов у него это входит в привычку. Такая инерция в поведении поддерживается за счет стремления покупателя к экономии времени и желаемому уровню комфорта. Предприятиям удается воздействовать на покупателей с точки зрения данных критериев выбора с помощью удобного расположения (система мерчендайзинга и размещения торговых точек в районе проживания покупателей) и высокого уровня сервиса (оптимизация работы касс и организация прямых каналов сбыта).

Основным маркетинговым стимулом является сам продукт. Однако о качестве продуктов питания покупатель может судить только после покупки в процессе потребления. Но и здесь ему сложно оценить качество товара при отсутствии явных признаков недоброкачества. В процессе выбора система стандартизации служит больше ориентиром, нежели однозначным критерием. Поэтому чаще всего в роли эквивалента критерия качества покупатель рассматривает известность бренда или какой-нибудь статусный символ. Предприятия стремятся к дифференциации своего товара или магазина, чтобы выделить их среди множества конкурентов, так как покупатель при выборе определенных продуктов (например, печенья, сдобы) и в определенных ситуациях (отсутствия привычного бренда) отклоняется от стабильных схем покупки в стремлении к разнообразию. Производители привлекают внимание упаковкой и широтой ассортимента, торговые предприятия – с помощью открытия новых торговых центров и их оформления. Поэтому кроме инерции поведение покупателей характеризуется и переключением спроса.

При выборе времени и объема покупки продуктов покупатели учитывают имеющиеся у них запасы, могут их оценить и решить, на какой срок их хватит и как часто их нужно пополнять. Следовательно, можно предположить, что существуют стабильные ритмы покупок, которые позволяют экономить время и усилия благодаря сформировавшейся у покупателей определенной частоте и объему пополнения запасов.

Различие в ритмах покупок связано с неоднородностью покупателей по социально-демографическому и психографическому признакам. В мировой практике (Kreller, 1998, p. 54) установлено, что для домохозяйств небольшого размера и домохозяйств, состоящих из людей пожилого возраста, характерны частые покупки небольшого объема. Эти категории покупателей, склонных к ежедневному пополнению запасов, предлагается относить к “будничному” типу. Они не делают крупные покупки, зато обеспечивают постоянный повседневный спрос. Покупатели с большим уровнем благосостояния и наличием автомобиля предпочитают закупать продукты в выходные. Эту категорию предлагается относить к “выходному” типу. Именно они осуществляют крупные покупки на долгий период, приходя в остальные дни в магазин только для приобретения скоропортящихся продуктов.



Рис. 1. Структурная модель принятия решения о покупке продуктов питания.

Очевидно, что на поведение покупателей продуктов питания оказывают влияние и другие, кроме маркетинговых, стимулы (культурные, технологические и др.). Однако в данной работе влияние этих стимулов не рассматривается, поскольку речь идет только об отечественных предприятиях и не затрагиваются проблемы транснациональных корпораций. Также пренебрегаем влиянием политических факторов (таких, например, как скандалы, связанные с генетически измененными продуктами).

На рис. 1 процесс принятия решения о покупке продуктов питания представлен в виде структурной модели. Выявленные особенности поведения покупателей находят отражение в реальной динамике продаж и могут быть ценным источником для разработки качественно новых подходов к прогнозированию объема продаж. Большинство крупных торговых предприятий располагает современными расчетно-кассовыми системами, позволяющими накапливать детальные данные об операциях, совершаемых покупателями. В качестве таких данных могут рассматриваться число чеков (покупок) и их средняя наполняемость² (объем покупки).

2.2. Анализ динамики продаж. Авторами проведен анализ ежедневной динамики числа чеков и их средней наполняемости для трех магазинов разного формата одного из торговых холдингов Новосибирска, специализирующегося на продаже продуктов питания, в дальнейшем именуемых “Гипермаркет”, “Супермаркет” и “Cash&Carry”³. В результате обнаружено существенное воздействие таких особенностей поведения покупателей, как ритмы покупок и переключение спроса.

² Под средней наполняемостью понимается сумма выручки, приходящаяся в среднем на один чек.

³ Ввиду конфиденциальности данных названия магазинов и реальные значения объема продаж опущены.

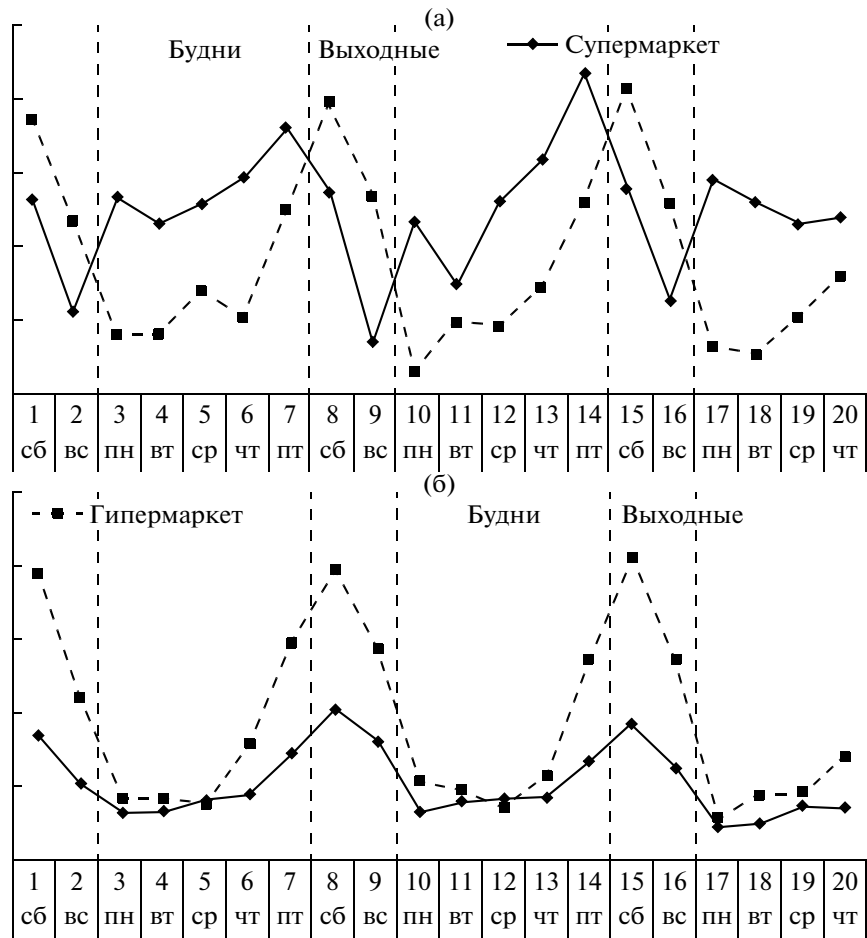


Рис. 2. Динамика продаж: а) числа чеков; б) средней наполняемости.

Существование ритмов покупок выражается наличием в динамическом ряду продаж колебаний различной частоты.

1. Продажи существенно варьируются в течение недели (рис. 2). На графике динамики средней наполняемости чеков “Гипермаркета” видно разделение на крупные закупки в конце недели и небольшие по объему дополнительные покупки – в рабочие дни (рис. 2б). Изменение числа чеков свидетельствует о том, что среди клиентов “Гипермаркета” преобладают покупатели “выходного” типа. Для “Супермаркета” характерно иное соотношение типов покупателей. В этом магазине большее число посетителей приходится на будние дни, в то время как в выходные наблюдается спад (рис. 2а). Это означает, что преобладают покупатели “будничного” типа, для которых естественно делать покупки в будние дни, оставляя выходные для отдыха.

2. Имеет место влияние праздничных дней на динамику числа чеков, обусловленное ростом покупательского спроса перед праздником и снижением его в праздничный день и после него (рис. 3). Данный эффект аналогичен описанным выше недельным колебаниям в интенсивности посещения магазина, поскольку для большинства потребителей праздники – это выходные дни. При этом праздники различаются по продолжительности положительного воздействия на продажи. В связи с этим предлагается выделить:

– краткосрочный праздничный эффект, например День Святого Валентина, когда число чеков растет только 14 февраля (рис. 3а), при этом средний объем покупки изменяется незначительно;

– длительный праздничный эффект, например новогодний рост продаж, начинается в 20-х числах декабря (рис. 3б), что связано с закупками продуктов на корпоративные праздничные мероприятия, он выражается как в значительном увеличении числа посетителей, так и в росте объема сделанных ими покупок.

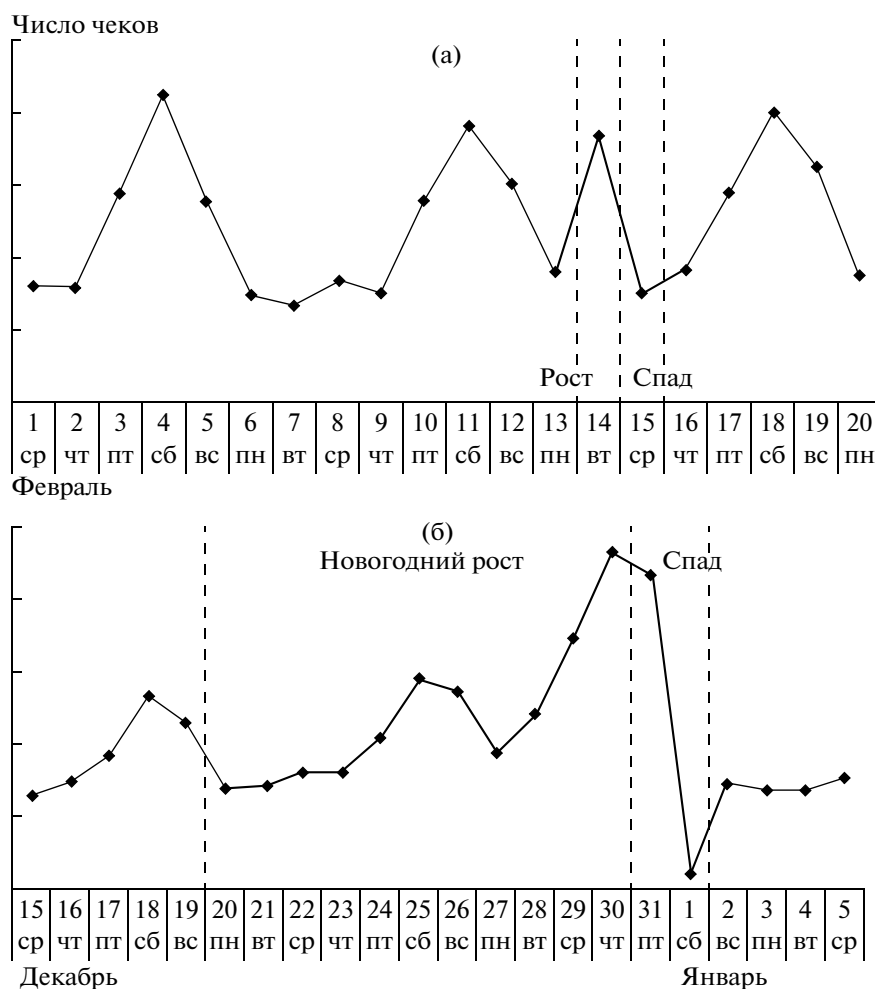


Рис. 3. Динамика числа чеков “Гипермаркета” за период: а) с 1 по 20 февраля; б) с 15 декабря по 5 января.

3. Выделяются месячные изменения, которые отчетливо видны на рис. 4а. С точки зрения потребительской активности календарный год условно можно разделить на три периода. С мая по август наблюдается снижение числа чеков, связанное с отпускным и дачным сезоном. С сентября и до конца года сохраняется относительная стабильность, поскольку покупатели располагают запасами продуктов с дачных участков. К середине зимы, когда запасы истощаются, возникает постепенный рост покупательской активности.

4. Отмечается разная амплитуда колебаний числа чеков в зимний и летний периоды (рис. 4б). Это объяснено изменением предпочтений покупателей относительно дней посещения магазинов. С наступлением лета покупатели склонны делать покупки в течение будних дней, сокращая закупки на выходных, что, скорее всего, связано с дачным сезоном.

В ходе более подробного анализа маркетинговой среды “Cash&Carry” за рассматриваемый период обнаружено влияние переключения покупателей на магазины конкурентов. Так, в связи с открытием в июле 2005 г. нового торгово-развлекательного центра в непосредственной близости к “Cash&Carry” в магазине существенно снизилось число покупателей (рис. 5). Кроме того, отмечается наличие долгосрочной тенденции изменения продаж, связанной с этапом жизненного цикла торгового предприятия.

3. МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ

3.1. Общая структура модели временного ряда продаж. Поскольку исходные данные представляют собой ежедневные значения числа и средней наполняемости чеков, то их следует рассмат-

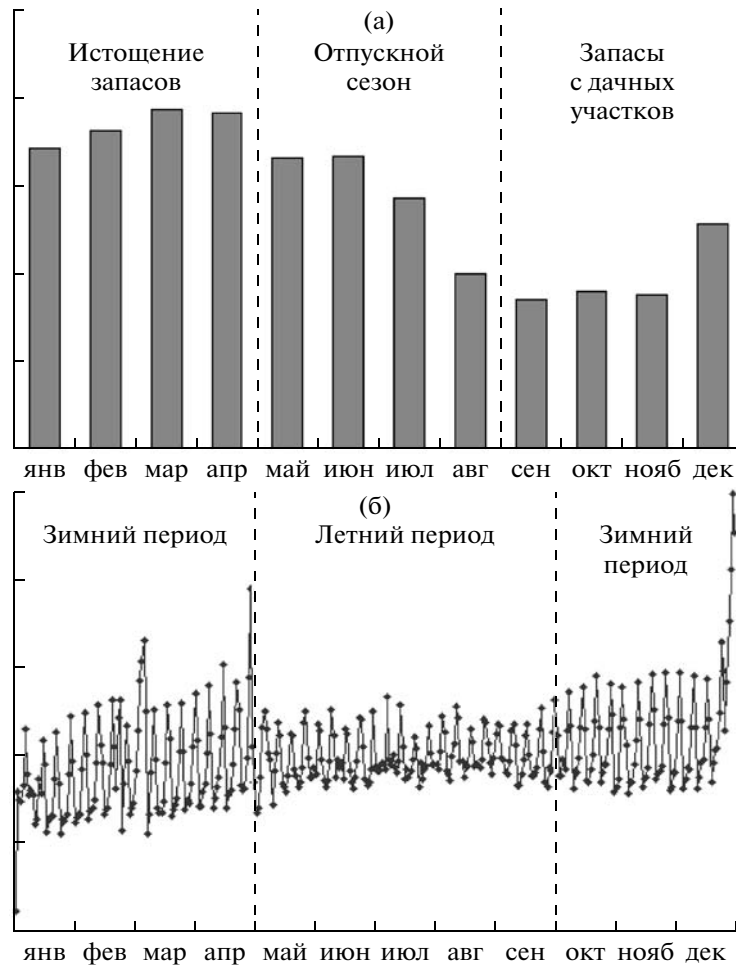


Рис. 4. Динамика числа чеков: а) "Cash&Carry", б) "Гипермаркета".

ривать как значения временных рядов. Отмеченные выше особенности динамики продаж позволяют сделать предположение о структуре этих рядов.

Во-первых, выделенные недельные колебания в динамике продаж торговых центров свидетельствуют о наличии циклической компоненты $\varphi(t)$. Во-вторых, обнаруженное воздействие праздничных дней на объем покупки и посещаемость магазинов требует учета в модели фактора праздника $p(t)$, описывающего как кратко-, так и долгосрочные эффекты. При этом продолжительные праздничные эффекты, проявляющиеся в росте продаж в преддверии таких праздников, как Новый год и Международный женский день, предлагается описывать с помощью модели Басса (Bass, 1969), представимой в виде

$$y_T = pm + (q - p) \sum_{t=1}^{T-1} y_t - \frac{q}{m} \left(\sum_{t=1}^{T-1} y_t \right)^2 + u_T, \quad T = 2, \dots, N,$$

где y_T – продажи в анализируемый предпраздничный период T ; p, q, m – неизвестные параметры; u_T – случайная ошибка; N – число дней.

При управлении маркетингом на корпоративном уровне (Титова и др., 2005) данная модель используется для прогнозирования сбыта на начальных стадиях жизненного цикла, поскольку отражает рост спроса на товары без учета повторных покупок. Кроме того, модель основана на неоднородности покупателей по готовности к покупке новых товаров. В рамках данных предположений закупка продуктов перед праздниками рассматривается как однократная, при этом могут быть выделены корпоративные и индивидуальные покупатели, имеющие разную склонность к предварительной закупке продовольственных товаров.

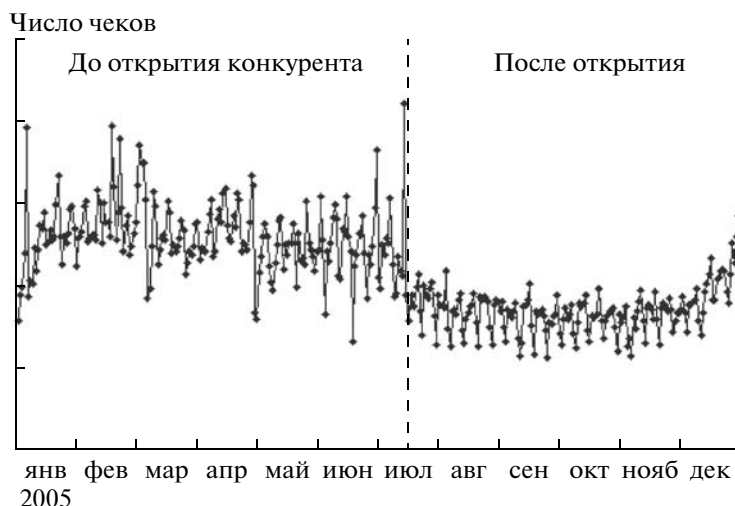


Рис. 5. Динамика числа чеков “Cash&Carry”.

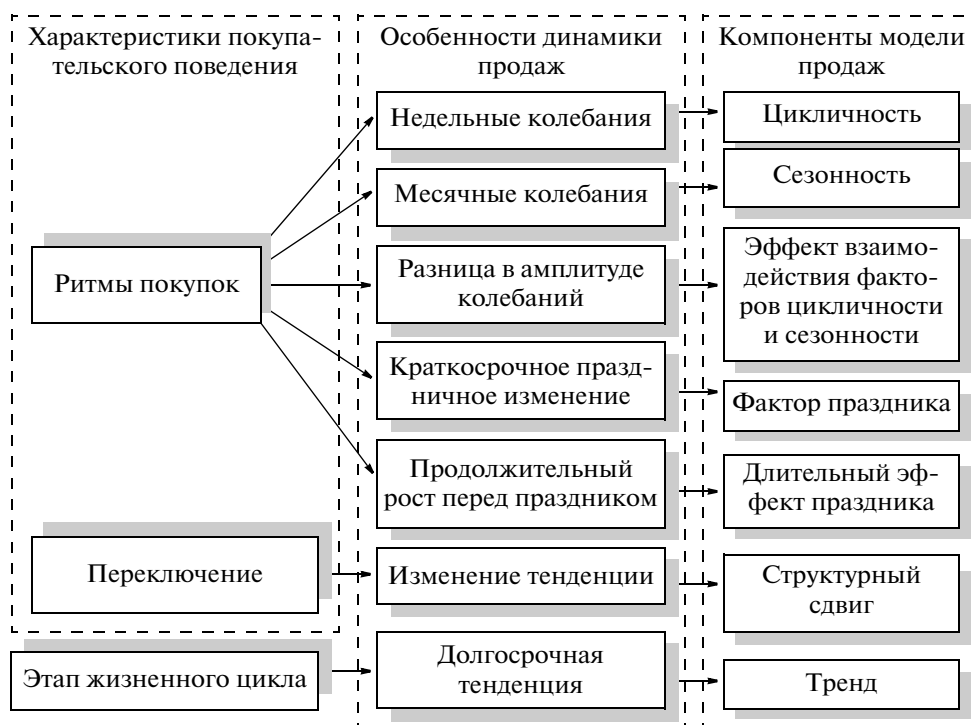


Рис. 6. Логика определения структуры модели временного ряда продаж.

В-третьих, выявленные месячные колебания приводят к необходимости включения в структуру временного ряда сезонной компоненты $S(t)$. В-четвертых, одним из последствий влияния переключения покупателей на магазины конкурентов является, как видно из рис. 5, изменение общей тенденции развития продаж, описываемой трендовой компонентой $T(t)$, что требует учета в модели компоненты структурного сдвига $Str(t)$.

Отмеченные особенности динамики продаж связаны с характеристиками поведения покупателей. Установленные взаимосвязи, представленные на рис. 6, определяют структуру модели

временного ряда продаж. Принимая предположение об аддитивности воздействия отмеченных компонент, можно записать:

$$P(t) = T(t) + Str(t) + S(t) + \varphi(t) + p(t) + \varepsilon(t), \quad (1)$$

где $P(t)$ – продажи; $\varepsilon(t)$ – случайная ошибка.

Поскольку на число и наполняемость чеков рассмотренные факторы оказывают влияние в различной степени (см. рис. 2), то имеет смысл построение модели отдельно для числа чеков $K(t)$ и средней наполняемости $N(t)$, а прогноз выручки $Y(t)$ получить как $Y(t) = K(t)N(t)$.

Прогнозы выручки получены авторами для всех трех рассмотренных магазинов и используются в практической деятельности отдела маркетинга холдинга. В связи с ограниченностью объема статьи рассмотрим построение моделей на примере “Гипермаркета”.

3.2. Модели числа и наполняемости чеков. Для практического применения модели продаж (1) необходимо оценить внутреннюю структуру ее компонент. В данной работе компоненты сезонности, цикличности, праздников и структурного сдвига предлагается рассматривать как качественные факторы и моделировать с помощью фиктивных переменных. Это позволяет записать:

$$\varphi(t) = \sum_{i=1}^7 \alpha_i x_{1,i}(t), \quad x_{1,i}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует дню недели } i; \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases} \quad i = 1, \dots, 7;$$

$$S(t) = \sum_{j=1}^{d_1} \beta_j x_{2,j}(t), \quad x_{2,j}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует сезону (месяцу) } j; \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases} \quad j = 1, \dots, d_1,$$

где α_i, β_j – эффекты, обусловленные влиянием цикличности и сезонности, соответственно; d_1 – число учитываемых сезонов. Наличие структурного сдвига характеризуется существованием двух периодов: до момента сдвига ($l = 1$) и после него ($l = 2$). Тогда компонента структурного сдвига может быть представлена в виде

$$Str(t) = \sum_{l=1}^2 (\lambda_l + \eta_l) x_{3,l}(t), \quad x_{3,l}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует периоду } l; \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases} \quad l = 1, 2,$$

где λ_l, η_l – эффекты, обусловленные влиянием структурного сдвига.

Как уже отмечалось, праздничная компонента определяется влиянием кратко- и долгосрочных эффектов. Пусть d_2 – число краткосрочных праздничных эффектов, описывающих возрастания и спады продаж, сопряженные с праздниками (Рождество, 23 февраля, майские и ноябрьские и др.). Долгосрочные праздничные эффекты включают d_3 дней в преддверии Международного женского дня и d_4 дней перед Новым годом. Тогда праздничная компонента имеет вид:

$$p(t) = \gamma_0 x_{4,0}(t) + \sum_{k=1}^{d_2} \gamma_k x_{4,k}(t) + \sum_{n=1}^{d_3} \gamma_{d_2+n} x_{5,n}(t) + \sum_{m=1}^{d_4} \gamma_{d_2+d_3+m} x_{6,m}(t),$$

где

$$x_{4,k}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует праздничному дню } k; \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases}$$

$$x_{5,n}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует дню } n \text{ перед Международным женским днем;} \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases}$$

$$x_{6,m}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t \text{ соответствует дню } m \text{ перед Новым годом;} \\ 0 & \text{в остальных случаях;} \end{cases}$$

$$k = 1, \dots, d_2; \quad n = 1, \dots, d_3; \quad m = 1, \dots, d_4;$$

γ_k – праздничный эффект (при $k = 1, \dots, d_2$ – краткосрочный, при $k = d_2 + 1, \dots, d_2 + d_3$ – долгосрочный, обусловленный влиянием Международного женского дня, при $k = d_2 + d_3 + 1, \dots, d_2 + d_3 + d_4$ – эффект, обусловленный влиянием Нового года). Из определения праздничной компоненты $p(t)$ следует, что в непраздничные дни она равна $\gamma_0 x_{4,0}(t)$. Эффект γ_0 при оценивании естественно положить

Таблица 3. Результаты проверки факторов на значимость

Факторы	Модель числа чеков			Модель средней наполняемости		
	F	$F_{кр}$	значимость	F	$F_{кр}$	значимость
Тренд	1087.61	3.81	Значим	1602.47	6.67	Значим
Сезонность	12.39	2.03	Значим	20.62	2.21	Значим
Цикличность	83.09	1.88	Значим	312.52	2.68	Значим
Эффект взаимодействия	15.16	2.11	Значим	—	—	—
Краткосрочный праздничный эффект	81.91	2.35	Значим	163.28	3.35	Значим
Структурный сдвиг	60.33	4.64	Значим	—	—	—
Долгосрочный праздничный эффект	360.57	3.81	Значим	666.59	3.81	Значим

равным нулю для более простой интерпретации результатов, а значения фиктивных переменных $x_{4,0}(t)$ определить в виде

$$x_{4,0}(t) = 1 - \sum_{i=4}^6 \sum_{j=1}^{d_{i-2}} x_{i,j}(t).$$

Отметим, что введенные таким образом компоненты значительно усложняют форму записи модели (1). Следуя (Searle, 1971), представим эту модель в более удобной форме. Поскольку каждое значение временного ряда соответствует строго определенному календарному дню, то при фактической подстановке в модель (1) только что введенных соотношений останется только одно ненулевое слагаемое для описания:

- циклической компоненты – день недели i ;
- сезонной компоненты – сезон (месяц) j ;
- праздничной компоненты – день праздника (или обычный день).

Это позволяет обозначить зависимую переменную через $P_{ijk}(t)$ – объем продаж в день недели i , месяц j до ($l = 1$) или после ($l = 2$) момента структурного сдвига, в праздничный ($k \neq 0$) или непраздничный ($k = 0$) день. Согласно терминологии, принятой в (Денисов, 1977), такая форма записи модели продаж соответствует модели ковариационного анализа. При этом эффекты, присутствующие в определении компонент разложения (1), получили название главных эффектов.

Таким образом, модели ежедневного количества и средней наполняемости чеков могут быть представлены следующим образом:

$$K_{ijk}(t) = \mu + \theta \ln t + \lambda_l + \eta_l \ln t + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}; \quad l = 1, 2; \quad (2)$$

$$N_{ijk}(t) = \mu' + \theta' t + \alpha'_i + \beta'_j + \gamma'_k + \varepsilon'_{ijk}; \quad i = 1, \dots, 7; \quad j = 1, \dots, d_1; \quad k = 0, \dots, d_2 + d_3 + d_4, \quad (3)$$

где штрих около переменной обозначает параметры, относящиеся к модели средней наполняемости; μ – генеральное среднее; θ – параметр трендовой компоненты; $(\alpha\beta)_{ij}$ – эффект взаимодействия факторов цикличности и сезонности; ε – случайная ошибка. С учетом проведенного ранее анализа динамики продаж в модели числа чеков принято $d_1 = 2$, $d_2 = 10$, а в модели средней наполняемости – $d_1 = 12$, $d_2 = 4$. При этом число долгосрочных праздничных эффектов в (2) и (3) одинаково, а именно $d_3 = 6$, $d_4 = 12$. Общий объем выборки, используемой при построении моделей, соответствовал 730 дням.

Выбор нелинейного тренда для модели числа чеков обусловлен тем, что динамика посещаемости магазина характеризуется изменением темпов роста в связи с переходом от стадии внедрения к стадии роста жизненного цикла. В то же время динамике средней наполняемости чеков не присущи такие изменения, поэтому принято решение ограничить рассмотрение линейным трендом. Включение эффекта взаимодействия цикличности и сезонности позволяет описать разницу в амплитуде колебаний спроса в зависимости от периода.

Анализ моделей (2), (3) производился с помощью классического метода наименьших квадратов (МНК) в предположении, что случайные ошибки ε являются статистически независимыми

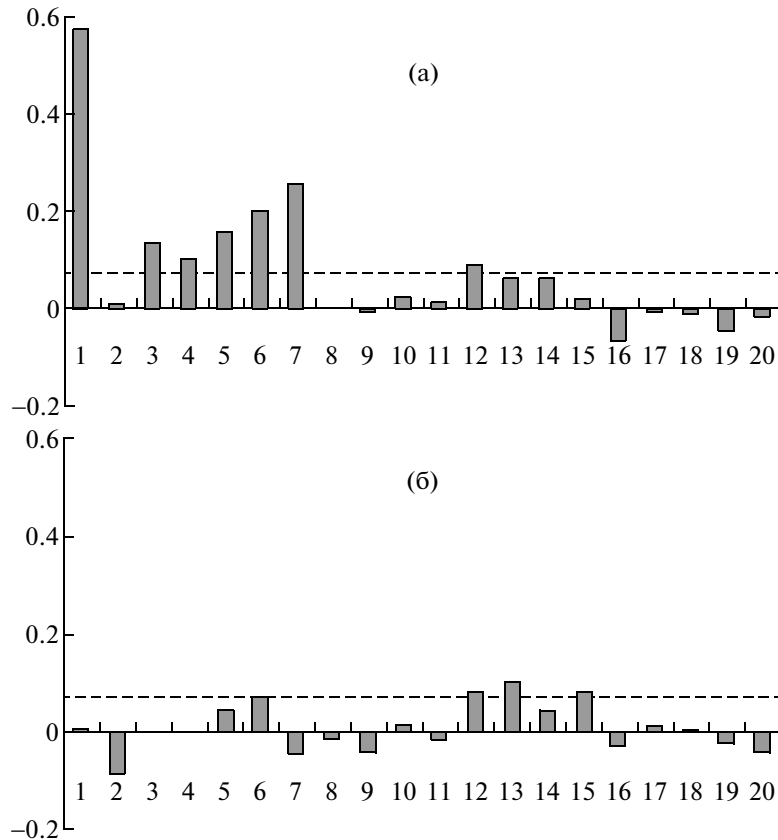


Рис. 7. Коррелограмма остатков модели числа чеков: а) до построения модели остатков, б) после построения модели остатков (пунктирная линия обозначает уровень значимости 5%).

случайными величинами, имеющими нормальное распределение, т.е. $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$, $\sigma^2 < \infty$. Для оценивания параметров моделей (2), (3) введены ограничения:

$$\sum_{i=1}^7 \alpha_i = 0; \quad \sum_{i=1}^7 \alpha'_i = 0; \quad \sum_{j=1}^2 \beta_j = 0; \quad \sum_{j=1}^{12} \beta'_j = 0;$$

$$\sum_{j=1}^2 \alpha_i \beta_j = 0; \quad i = 1, \dots, 7; \quad \sum_{i=1}^7 \alpha_i \beta_j = 0; \quad j = 1, 2; \quad \gamma_0 = \lambda_2 = \eta_2 = 0.$$

Идентификация моделей проводилась с помощью EViews 3.1. Затем все факторы были проверены на значимость по F -критерию Фишера (Рао, 1968). Как видно из данных, представленных в табл. 3, все включенные в модель факторы значимы на 1%-ном уровне. Значимость долгосрочного праздничного эффекта свидетельствует о существенном влиянии на продажи новогодних праздников и Международного женского дня. Далее полученные оценки долгосрочных праздничных эффектов использованы в качестве исходных данных при построении модели Басса, параметры которой позволяют судить о различиях в поведении покупателей.

Предположение о нормальном распределении случайных ошибок достаточно сильное и далеко не всегда выполняется. Идентификация моделей (2) и (3) знаковым методом (Болдин и др., 1997) привела к оценкам, существенно не отличающимся от оценок по МНК, что косвенно подтвердило справедливость предположения о нормальном распределении ошибок.

С помощью построенных моделей удалось достаточно точно описать исследуемую динамику продаж. Об этом свидетельствуют коэффициенты детерминации модели числа чеков $R^2 = 0.914$ и модели наполняемости $R^2 = 0.911$, которые являются значимыми по F -критерию Фишера на 1%-ном уровне. Построение коррелограммы рядов остатков $e(t)$, $e'(t)$ показало наличие автокорр-

Таблица 4. Оценки параметров модели количества чеков

Факторы	Содержательный смысл	Главный эффект		Эффект взаимодействия с сезонностью (летний период*)	
		обозначение	оценка	обозначение	оценка
Цикличность	Понедельник	$\hat{\alpha}_1$	-384.89	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{11}$	154.94
	Вторник	$\hat{\alpha}_2$	-397.45	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{21}$	91.72
	Среда	$\hat{\alpha}_3$	-341.28	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{31}$	60.86
	Четверг	$\hat{\alpha}_4$	-192.44	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{41}$	57.55
	Пятница	$\hat{\alpha}_5$	388.02	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{51}$	96.44
	Суббота	$\hat{\alpha}_6$	741.87	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{61}$	-289.34
	Воскресенье	$\hat{\alpha}_7$	186.16	$(\hat{\alpha}\hat{\beta})_{71}$	-172.16
Сезонность	Летний период*	$\hat{\beta}_1$	-36.67	—	—

* В соответствии с установленными ограничениями оценки за зимний период равны оценкам за летний период, взятым с противоположным знаком.

Таблица 5. Оценки параметров модели средней наполняемости чеков

Сезонность			Цикличность		
содержательный смысл	обозначение	оценка	содержательный смысл	обозначения	оценки
Январь	$\hat{\beta}_1$	16.39	Понедельник	$\hat{\alpha}'_1$	-47.8
Февраль	$\hat{\beta}'_2$	16.1	Вторник	$\hat{\alpha}'_2$	-50.41
Март	$\hat{\beta}'_3$	-10.03	Среда	$\hat{\alpha}'_3$	-38.78
Апрель	$\hat{\beta}'_4$	7.79	Четверг	$\hat{\alpha}'_4$	-16.33
Май	$\hat{\beta}'_5$	0.63			
Июнь	$\hat{\beta}'_6$	1.32	Пятница	$\hat{\alpha}'_5$	47.34
Июль	$\hat{\beta}'_7$	0.44			
Август	$\hat{\beta}'_8$	-10.66	Суббота	$\hat{\alpha}'_6$	85.8
Сентябрь	$\hat{\beta}'_9$	-15.43			
Октябрь	$\hat{\beta}'_{10}$	-16.66	Воскресенье	$\hat{\alpha}'_7$	20.18
Ноябрь	$\hat{\beta}'_{11}$	-5.96			
Декабрь	$\hat{\beta}'_{12}$	16.08			

реляции, что видно из графиков на рис. 7а. С помощью методики Бокса–Дженкинса (Айвазян, 2001) построены авторегрессионные модели вида

$$e(t) = 0.454e(t-1) + 0.329e(t-7), e'(t) = 0.374e'(t-1) + 0.196e'(t-7),$$

где штрих около переменной обозначает параметры, относящиеся к уравнению остатков модели средней наполняемости чеков.

С учетом полученной модели коррелограмма остатков приведена на рис. 7б. Отсутствие автокорреляции в остатках подтверждено применением критерия множителей Лагранжа. Кроме то-

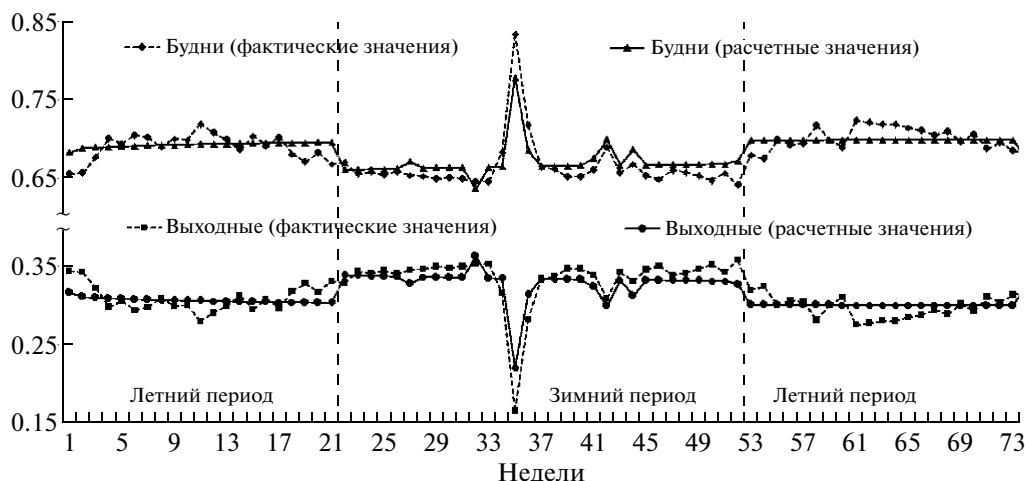


Рис. 8. Фактические и расчетные значения вероятностей покупки в будние и выходные дни.

го, использование авторегрессионной модели остатков при прогнозировании числа чеков позволило сократить остаточную сумму квадратов на 43.4%.

В (Денисов, 1977) показано, что корректная экономическая интерпретация результатов оценивания (табл. 4, 5) может быть проведена только в терминах функций, допускающих оценку. Наиболее интересными в данном случае являются функции, представленные в форме так называемых парных сравнений. Так, например, интерпретация функций, допускающих оценку, циклической компоненты модели (2) позволяет сделать вывод, что число чеков в субботу увеличивается по сравнению со вторником в среднем на 1139 шт., а их средняя наполняемость — на 136 руб. Последний вывод получен из интерпретации парных сравнений уравнения (3). Значимость этих функций подтверждает предварительные выводы о существенности различий спроса в выходные и будние дни, а их оценки дают возможность судить о величине данных различий.

Как видно из табл. 5, заметный рост средней наполняемости чеков наблюдается в зимний период. Например, средняя наполняемость чеков в январе превышает ее значение в октябре в среднем на 33.05 руб., а по числу чеков зимний период превосходит летний на 73 шт.

Динамика числа чеков в зависимости от периода с учетом эффекта взаимодействия факторов цикличности и сезонности демонстрирует существенную разницу в выходные дни. Во время отпусков посещаемость в субботу больше вторника в среднем на 758 человек, тогда как в зимний период это значение составляет уже 1520.

Краткосрочное влияние праздников по-разному сказывается на числе и наполняемости чеков. Например, в преддверии 23 февраля рост посещаемости составляет в среднем 1610 человек, в то время как наполняемость увеличивается только на 107 руб.

Длительный праздничный рост продаж выражается в значительном увеличении посещаемости и объема покупок. А оценки неизвестных параметров p и q , полученные при его описании, предлагается интерпретировать как доли корпоративных и индивидуальных покупателей. Так, например, новогодний рост посещаемости достигается на 0.03% за счет корпоративных и на 31.06% за счет индивидуальных клиентов.

Кроме того, оценки трендовой компоненты обеих моделей указывают на возрастающую тенденцию изменения продаж. Это свидетельствует о том, что предприятие в соответствии с концепцией жизненного цикла находится на этапе роста, и подтверждается тем, что «Гипермаркет» существует на рынке только несколько лет.

3.3. Модели вероятности покупки. Установленная ранее значимость эффекта взаимодействия факторов сезонности и цикличности свидетельствует о справедливости предположения об изменении предпочтений покупателей относительно дней совершения покупок в зависимости от времени года. При построении модели (2) авторы полагали, что это изменение происходит скачкообразно, что оказалось не совсем верно. Для того чтобы проиллюстрировать этот факт, вычис-

Таблица 6. Оценки параметров моделей вероятности покупки

Оценки	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
i	1	2	3	4	5	6	7
$\hat{\alpha}_i$	0.123	0.127	0.124	0.128	0.155	0.185	0.158
\hat{b}_i	9.2×10^{-5}	3.5×10^{-5}	1.3×10^{-4}	8.9×10^{-5}	–	-2.4×10^{-4}	-1.1×10^{-4}
\hat{c}_i	0.007	0.004	0.004	0.004	0.006	-0.015	-0.011

лим доли числа чеков за каждый день в общем количестве за неделю или вероятности покупки в определенный день недели:

$$p_i(t) = K_i(t)/Z(t), \quad i = 1, \dots, 7, \tag{4}$$

где $p_i(t)$ – вероятность покупки в день недели i ; $K_i(t)$ – число чеков в день недели i ; $Z(t) = \sum_{i=1}^7 K_i(t)$ – число чеков в неделю.

Динамика изменения вероятностей, найденных на основе фактических и рассчитанных по модели (2) значений числа чеков, представлена на рис. 8 суммарно для будних и выходных дней. Из графиков видно, что при переходе с зимнего на летний период фактическая вероятность покупки плавно убывает в выходные и соответственно возрастает в будние дни. Затем с наступлением зимы происходит обратное изменение. Следовательно, колебания вероятности носят периодический характер.

Кроме того, в динамике вероятностей наблюдаются отклонения, связанные с влиянием праздников. На рис. 8 четко виден долгосрочный праздничный эффект (новогодний), отражающийся на динамике вероятностей покупки как в будни, так и в выходные. Однако краткосрочное влияние праздников, приходящихся только на будние дни или выходные, при таком суммарном представлении почти не заметно. Поэтому для учета всех праздничных эффектов и более адекватной интерпретации результатов необходимо построить модели вероятности покупки для каждого дня недели. Периодические изменения вероятности предлагается описывать с помощью функции $\sin x$. Поскольку влияние праздников обычно распространяется на несколько дней недели, то уравнения необходимо объединить в систему:

$$\begin{cases} p_{ij}(t) = a_i + b_i t + c_i \sin(pt) + g_{ij} + u_{ij}, & i = 1, \dots, 7; \quad j = 0, \dots, 20, \\ \sum_{i=1}^7 p_{ij}(t) = 1, \end{cases}$$

где $p_{ij}(t)$ – вероятность покупки в день недели i , приходящийся на праздничный ($j \neq 0$) или непраздничный ($j = 0$) день; g_{ij} – эффект праздничного дня j , приходящегося на день недели i , введенный по аналогии с праздничными эффектами моделей (2), (3) и оцениваемый совместно с параметрами $a_i, b_i, c_i; u_{ij}$ – случайная ошибка, относительно которой предполагается выполнение стандартных гипотез регрессионного анализа. Поскольку период колебаний вероятностей покупки равен одному году (52 недели), то найденный из условий периодичности параметр p составляет $p = 0.121$.

В систему введены идентифицирующие ограничения, обеспечивающие взаимопогашение праздничных эффектов внутри недели, а также соответствие эффектов одних и тех же праздников, приходящихся на различные дни недели в разные годы. Для оценивания параметров системы использовался двухшаговый метод наименьших квадратов (Айвазян, 2001). Полученные оценки (за исключением праздничной компоненты) приведены в табл. 6. Все они оказались значимы на 1%-ном уровне.

Как видно из данных табл. 6, средняя вероятность покупки \hat{a}_i наиболее высока в пятницу ($\hat{a}_5 = 0.155$) и выходные ($\hat{a}_6 = 0.185, \hat{a}_7 = 0.158$), что обеспечивается спросом покупателей “выходного” типа, совершающих крупные закупки преимущественно в эти дни.

О различиях в предпочтениях дней недели в зависимости от времени года можно судить по значению \hat{c}_i . Высокие абсолютные значения оценок периодической компоненты в субботу и вос-

кресенье в сравнении с будними днями означают, что при переходе с зимнего на летний период вероятность покупки в наибольшей степени изменяется в выходные. Причем отрицательное значение ($\hat{c}_6 = -0.015$, $\hat{c}_7 = -0.011$) свидетельствует о том, что с наступлением отпускного сезона выходные становятся менее предпочтительны для покупок (что соответствует реальности) (рис. 8).

Оценки трендовой компоненты \hat{b}_i показывают, что в долгосрочном плане происходит уменьшение вероятности покупки в выходные в пользу будних дней. Это означает, что в целом для покупателей более предпочтительными для покупок становятся будние дни. Такое поведение объяснимо с помощью структурной модели принятия решения о покупке (см. рис. 1). Стремление к комфорту побуждает покупателей выбирать такие дни для закупки продуктов, в которые им бы не пришлось простаивать в очередях. Данную тенденцию можно учитывать при позиционировании “Гипермаркета”, а также при организации работы кассового зала.

Оценки праздничной компоненты g_{ij} показывают, что вероятность покупки в определенный день праздничной недели изменяется в зависимости от того, на какой период приходится тот или иной день недели: предпраздничный или послепраздничный. Так, например, на новогодней неделе наблюдается увеличение вероятности покупки в четверг и пятницу, приходящиеся на конец декабря, оцененное в 0.109 и 0.068 соответственно, и уменьшение вероятности покупки в субботу и воскресенье в начале января, оцененное в 0.120 и 0.036 соответственно.

В целом модели вероятности покупки являются значимыми по критерию Фишера на 1%-ном уровне, но различаются по качеству. Средний коэффициент детерминации по всем уравнениям составляет 0.756.

На основе расчетных значений вероятности покупки $\hat{p}_i(t)$ прогнозы числа чеков вычисляются по соотношению (4). Для определения прогнозных значений недельного числа чеков $Z(t)$ необходимо построить модель вида

$$Z_{jl}(t) = \delta_0 + \delta_1 \ln t + \omega_l + \tau_l \ln t + h_j + \xi_{jl},$$

где $Z_{jl}(t)$ – число чеков в неделю, приходящееся на праздничный ($j \neq 0$) или непраздничный ($j = 0$) дни, до ($l = 1$) или после ($l = 2$) момента структурного сдвига; h_j – долгосрочный праздничный эффект, $j = 0, \dots, 4$; ω_l, τ_l – эффекты, обусловленные влиянием структурного сдвига, $l = 1, 2$, определенные по аналогии с эффектами праздника и структурного сдвига моделей (2), (3) и оцениваемые вместе с параметрами δ_0, δ_1 при введении соответствующих идентифицирующих ограничений; ξ_{jl} – случайная ошибка, относительно которой предполагается выполнение стандартных гипотез регрессионного анализа.

Сравнение качества прогнозов числа чеков, вычисленных по модели (2) и исходя из соотношения (4), показало, что благодаря второму подходу средняя ошибка аппроксимации модели уменьшается на 0.12% и составляет 5.45%. Таким образом, модель вероятности позволяет несколько уточнить прогнозы. Это объясняется тем, что по построению она более гладко описывает сезонный переход. Кроме того, данная модель может стать основой для построения более сложных имитационных моделей, имеющих ясные перспективы при решении задач моделирования, в том числе и поведения покупателей.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ состояния рынка розничной торговли Новосибирска выявил, что торговым предприятиям в своей деятельности необходимо ориентироваться на особенности поведения покупателей. Они учтены в предложенной авторами структурной модели, описывающей процесс принятия решения о покупке продовольственных товаров. Некоторые особенности подтверждены результатами эконометрического анализа реальной динамики объема продаж, проведенного с использованием внутренних источников информации. Результаты анализа проинтерпретированы с точки зрения поведения покупателей разных типов. Более адекватной является интерпретация параметров модели вероятности покупки. Рассчитанные авторами прогнозы выручки применяются в практической деятельности торгового холдинга. Полученные результаты расцениваются авторами как основа для дальнейших исследований поведения покупателей продуктов питания с обязательным привлечением современных технологий имитационного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А.** (2001): Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т. 2. М.: ЮНИТИ-ДАНА.
- Бейкер М. Дж.** (2002): Маркетинг. Бизнес-класс. СПб.: Питер.
- Блэкуэлл Р.Д., Миниард П.У., Энджел Дж.Ф.** (2003): Поведение потребителей. СПб.: Питер.
- Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н.** (1997): Знаковый статистический анализ линейных моделей. М.: Наука, Физматлит.
- Денисов В.И.** (1977): Математическое обеспечение системы ЭВМ-экспериментатор (регрессионный и дисперсионный анализы). М.: Наука.
- ДубльГИС Новосибирск** (2007): ДубльГИС Новосибирск. Электронный справочник организаций Новосибирска. [Http://nsk.2gis.ru](http://nsk.2gis.ru).
- Новосибирск в цифрах** (2007): Новосибирск в цифрах: Стат. сб. Новосибирск: Новосибирскстат.
- Новосибирская область в цифрах** (2007): Новосибирская область в цифрах: Стат. сб. Новосибирск: Новосибирскстат.
- Рао С.Р.** (1968): Линейные статистические методы и их применения. М.: Наука.
- РСЕ** (2006): Российский статистический ежегодник, 2005: Стат. сб. М.: Росстат.
- Сиренко Е.** (2006): Стратегии конкуренции с московскими розничными сетями. Материалы бизнес-школы "Самолов и Самолова". [Http://www.samolov.ru/reports/sirenko-1.shtml](http://www.samolov.ru/reports/sirenko-1.shtml).
- Смирнов А.** (2007): Всепожирающий бизнес // *Эксперт-Сибирь*. № 18.
- Титова В.А., Цой М.Е., Мамонова Е.В.** (2005): Управление маркетингом. Новосибирск: Изд-во НГТУ.
- Уровень жизни населения** (2007): Уровень жизни населения Новосибирской области: Стат. сб. Новосибирск: Новосибирскстат.
- Assael H.** (1987): *Consumer Behavior and Marketing Action*. Boston: Kent Publishing Company.
- Bass F.M.** (1969): A New Product Growth Model for Consumer Durables // *Management Science*. Vol. 15.
- Engel J.F., Kollat D.T., Blackwell R.D.** (1968): *Consumer Behavior*. N.Y.: Holt, Rinehart and Winston.
- Howard J.A., Sheth N.W.** (1969): *The theory of buyer behavior*. N.Y.: John Wiley & Sons.
- Kreller P.** (1998): *Empirische untersuchung zur einkaufstettenwahl von konsumenten am beispiel der stadt Leipzig*. Leipzig: Handelshochschule Leipzig.
- Nicosia F.M.** (1966): *Consumer Decision Processes: Marketing and Advertising Implications*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Searle S.R.** (1971): *Linear Models*. N.Y.: John Wiley & Sons.

Поступила в редакцию
19.03.2008 г.

Prognosis of Sales for the Retail Enterprise

V. S. Timofeev, A. Yu. Kolesnikova

The authors propose the original approach to the prognosis of sales, considering the peculiarities of consumers' behavior. Instead of the usual field-research practice the authors proposed the econometric analysis of the insider's information. This analysis allowed to create the models for making prognosis of the sales of food using the rhythm of buying, characterizing different types of consumers. The model of probability of buying turned to be the most adequate for the interpretation of the results.