

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ В МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

© 2008 Ю.С. Чуйкова, Б.А. Горлач

Ключевые слова: товарные запасы, управление запасами, прогноз продаж, сезонность, тренд, сезонная волна, случайные отклонения, метод наименьших квадратов, сезонные коэффициенты, уровень выполнения заказов, страховой запас.

Рассмотрена возможность использования статистических данных головной компании для планирования деятельности ее нового подразделения. Переход к отнесенной к величине тренда сезонной компоненте позволил установить факт неизменности этой переменной величины по годам.

Товарные запасы торговых предприятий составляют основной вес в стоимости их активов и являются основным источником пополнения собственных средств в виде прибыли от реализации. Вместе с тем товарные запасы представляют собой основную проблему ежедневного контроля. В России до настоящего времени оптимизация запасов торговых предприятий, как правило, осуществлялась интуитивно, методом проб и ошибок.

Концепции, лежащие в основе модели управления запасами, преимущественно универсальны. Однако способы решения вопросов управления запасами на основе существующих методов индивидуальны для каждой конкретной компании и зависят от характера продаж.

Основу любой модели управления запасами составляют система прогнозирования спроса, методы и критерии его оценки.

Прогноз продаж является отправной точкой в планировании деятельности компании. С плана продаж начинается формирование годовых, квартальных, месячных бюджетов по выручке и поступлениям товара, а следовательно, планирование движения денежных средств, прибылей и убытков. Бюджетирование остатков на конец периода и оборачиваемость товарных запасов напрямую влияют на финансовый результат деятельности компании.

Для формирования плана продаж отдел маркетинга использует стандартный набор переменных: доля рынка компании, темпы ее роста, емкость рынка, конкурентные преимущества и т.д. Показатель сезонности вызывает наибольшие затруднения.

Существует несколько методов для оценки сезонных вариаций. Основная идея всех этих методов состоит в том, что в исходном ряду сначала оценивается и выделяется тренд, а потом сглаживается возможная нерегулярная компонента, которая складывается из сезонной волны и случайных отклонений.

Для проведения корректного анализа сезонной волны необходима история продаж не менее чем за 7 лет, иначе выборка данных не будет репрезентативной. Можно ошибочно охарактеризовать период высоким уровнем сезонности при наличии значительных выбросов в истории продаж, связанных с отгрузкой разовых крупных заказов. Если в какой-то период компания испытывала дефицит в продукции по вине поставщика, незначительные продажи могут занижить уровень сезонности в данный период.

На сегодняшний день на российском рынке в основном представлены фирмы, располагающие историей продаж за 3-4 года. Такой объем данных не позволяет выделить корректные сезонные волны, что ограничивает временной горизонт прогнозирования.

Сезонные изменения обычно присутствуют в квартальных, месячных или недельных данных. Под сезонными волнами понимаются изменения с более или менее стабильной структурой, имеющие годовую цикличность и повторяющиеся из года в год.

Предположим, что для планирования деятельности предприятия можно использовать статистические данные другой компании, занимающейся реализацией аналогичного продукта и

* Чуйкова Юлия Сергеевна, аспирант Самарского государственного аэрокосмического университета; Горлач Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор Самарского государственного аэрокосмического университета.

Таблица 1

**Данные о продажах компании
по двум изделиям (по годам), тыс. погонных метров**

Месяц	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Январь	38	81	108	151	194	195	181
Февраль	37	100	165	192	220	233	237
Март	65	124	201	232	262	256	229
Апрель	63	205	272	275	277	211	229
Май	108	145	293	287	280	301	83
Июнь	87	175	313	326	338	337	
Июль	105	184	333	339	346	242	
Август	156	257	314	364	414	310	
Сентябрь	118	231	367	392	416	305	
Октябрь	105	243	360	399	437	310	
Ноябрь	145	236	305	330	355	294	
Декабрь	102	199	339	367	395	257	

развивающей свою деятельность в схожих климатических условиях. Для планирования деятельности нового подразделения наиболее подходящими являются данные головной компании или давно работающего ее представительства.

В предлагаемой работе на примере оптово-торговой компании, существующей на российском рынке более 7 лет, рассмотрим, как можно использовать ее статистические данные для планирования спроса на новом представительстве.

Компания занимается оптовой реализацией проката (металлических профилей различной конфигурации) для строительной сферы. Головной офис находится в Москве. С 2004 г. начинают открываться региональные представительства по России. Перед компанией стоит задача сбалансировать товарный запас в регионах, используя статистику продаж на местах и собственный 7-летний опыт работы.

В первую очередь проведем анализ ассортимента и разделим его на товарные группы по принципу сезонности. Характер сезонных

волн определяется далее для группы товаров на основании данных о продажах не всей группы, а только ее нескольких позиций. Благодаря этому исключено влияние на процесс нестабильных факторов и снижен уровень разброса данных, так как зачастую большие отклонения в истории продаж связаны не с сезонностью, а с неравномерностью спроса, например, из-за характеристик товара (цены, цвета, нестандартной формы и т.д.).

Для определения сезонной волны по первой товарной группе выберем данные о продажах по двум стабильно продающимся товарам, характеризующимся равномерным спросом. Данные, представленные головной компанией, приведены в табл. 1. Отметим, что в подобных задачах вычисление значений различных величин с большей, чем принята в примере, точностью лишено смысла, так как сами исходные данные имеют разброс, выходящий за пределы этой точности.

В рис. 1 представлены данные головной фирмы за 2001-2003 гг. Из графика видно,

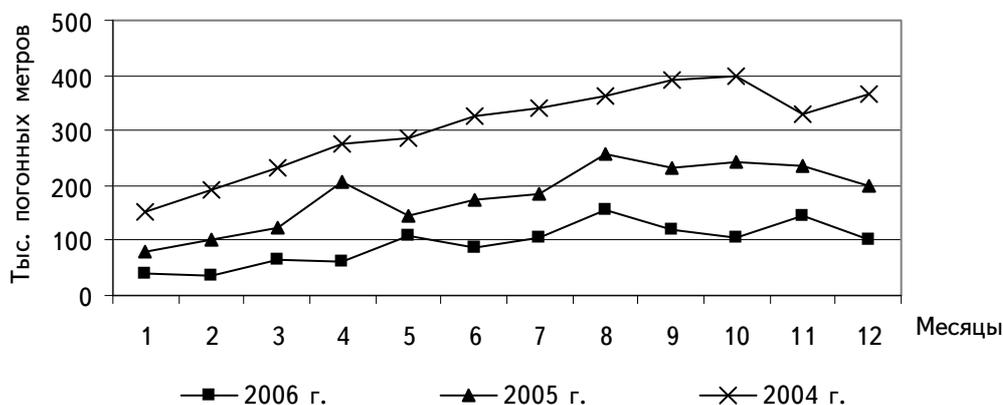


Рис. 1. Данные о продажах

Таблица 2

**Значения сезонной волны во втором приближении S^2
(по годам), тыс. погонных метров**

что прослеживается закономерность изменения продаж от месяца к месяцу. Закономерность сохраняется для каждого года.

Предположим, что рассматриваемый временной (t) ряд $Y = Y(t)$ представляется суммой

$$Y = T + S + \varepsilon,$$

где $T = T(t)$ - тренд; $S = S(t)$ - сезонная компонента (волна); $\varepsilon = \varepsilon(t)$ - случайная компонента.

Выравним ряд с выделением его составляющих. Выравнивание осуществляем одним

методом приведенных данных дает наибольший коэффициент детерминации по сравнению с другими опробованными функциями.

Коэффициенты полинома определялись методом наименьших квадратов. В результате получена формула

$$T^0(t) = -1,143t^2 + 10,67t + 123,6.$$

Представим составляющие ряда в виде графиков, показанных на рис. 2, для сглаженного тренда и сезонной волны.

спрос подвергнется сезонным колебаниям, амплитуда которых составит 100 тыс. погонных метров в год. Динамика спроса в течение года будет соответствовать среднему уровню продаж с некоторым отклонением. В течение года наблюдается период ноябрь-января резкий спад продаж, что связано с тем, что спрос падает во многом с началом зимы. Чтобы оценить, насколько сильно спрос падает от сглаженного тренда, рассмотрим

Месяц	2002	2003	2004	2005	2006
Январь	155	215	278	326	308
Февраль	153	241	282	314	313
Март	156	247	286	319	305
Апрель	213	282	287	291	223
Май	151	301	296	290	309
Июнь	156	286	294	305	308
Июль	173	318	322	328	226
Август	219	259	299	346	252
Сентябрь	189	306	319	341	240
Октябрь	207	307	336	372	
Ноябрь	225	290	312	336	
Декабрь	181	312	335	362	

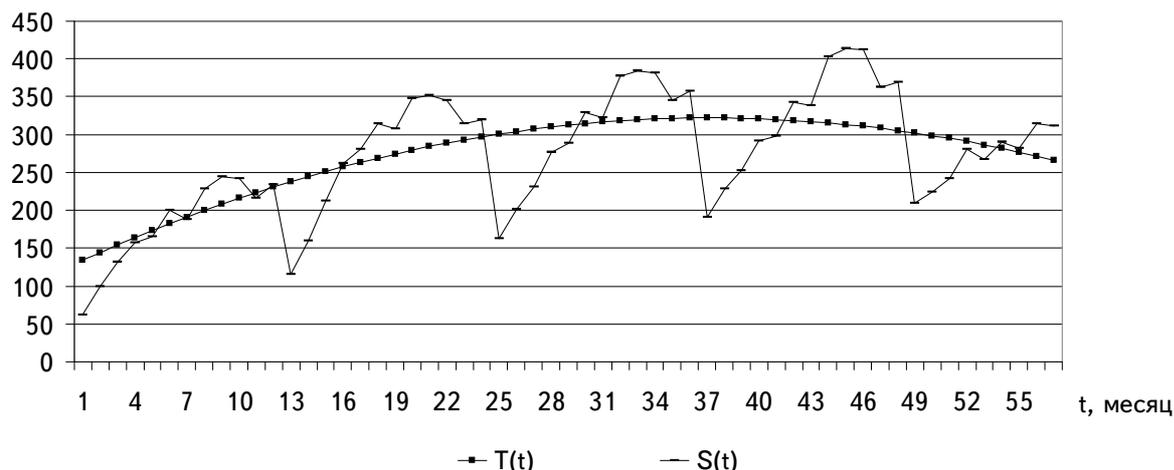


Рис. 2. Значения тренда и сезонной волны

ной линии тренда, перейдем к относительной величине

$$y = \frac{Y}{T} \quad (1)$$

Полученные значения y приведены в табл. 4. Данные таблицы для относительной величины сезонной волны указывают на ее стабильность в большей степени, чем данные табл. 2.

Отсюда можно сделать вывод: при исследовании закономерностей случайных процессов для анализа сезонных компонент целесообразно переходить к их величинам, отнесенным к значениям функции тренда. Этот же вывод следует из анализа случайных компонент процессов, хотя в рассматриваемой задаче они пренебрежимо малы по сравнению с трендом.

Из рис. 3 видно, что отклонения относительных значений сезонной компоненты внутри одного месяца изменяются незначительно по годам.

После того как получено несколько оценок (соответствующих разным годам)

сезонных коэффициентов² для каждого месяца, их надо обобщить, определить среднюю величину y_{cp} . Для исключения влияния случайных выбросов (например, январь 2002 г.) используем медиану, а не среднее значение.

Полученные величины, характеризующие сезонность, отражают динамику спроса компании, занимающейся оптовой реализацией изделий в Москве. Применим данные коэффициенты сезонности к новому подразделению компании, находящемуся в аналогичном климатическом регионе - в Самаре и занимающемуся реализацией той же продукции. Для этого выполним следующее.

На основе исходных данных по Самаре выделим тренд, поделив исходный ряд на полученный коэффициент сезонности. В качестве функции, описывающей тренд, выберем полином второй степени, коэффициенты которого определим, используя метод наименьших квадратов.

Таблица 4

Относительная величина $y(t)$ (по годам)

Месяц	2002	2003	2004	2005	2006	y_{cp}
Январь	0,30	0,58	0,62	0,58	0,67	0,58
Февраль	0,63	0,67	0,74	0,73	0,70	0,70
Март	0,84	0,86	0,82	0,79	0,79	0,82
Апрель	0,66	0,92	0,97	1,00	1,20	0,97
Май	1,08	0,92	0,98	1,03	0,86	0,98
Июнь	1,24	1,10	1,11	1,12	0,94	1,11
Июль	1,08	0,96	1,00	1,03	1,20	1,03
Август	1,05	1,32	1,25	1,18	1,23	1,23
Сентябрь	1,27	1,16	1,21	1,23	1,27	1,23
Октябрь	1,16	1,13	1,14	1,13		1,14
Ноябрь	0,96	1,08	1,11	1,09		1,09
Декабрь	1,23	1,02	1,07	1,02		1,05

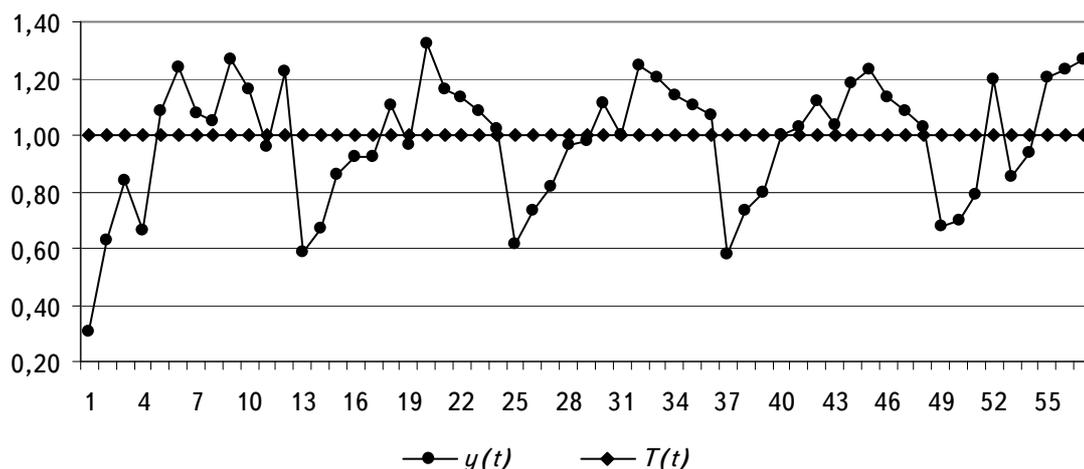


Рис. 3. Относительная величина $y(t)$

Таблица 5

Показатели объемов продаж, по месяцам

Показатели	Декабрь	Январь	Февраль
Прогноз	53	26	32
Фактические продажи	51	26	31

В результате получим

$$T(t) = -0,54t^2 + 3,19t + 7,1. \quad (2)$$

Используя (1) и закономерность изменения тренда (2), можно построить прогноз продаж $Y(t)$ на последующие периоды для нового подразделения:

$$Y(t) = T(t)y_{cp}(t).$$

В качестве примера в табл. 5 приведены результаты расчетов и фактические данные объемов продаж на период с декабря 2007 г. по февраль 2008 г. с учетом сезонности.

Данные табл. 5 указывает на то, что отклонение фактических данных от прогноза не превышают 5%. На практике большинство торговых компании устанавливает для себя уровень

выполнения заказов 95 %, что согласуется с разбросом полученных данных прогноза.

Уровень выполнения заказов напрямую связан с уровнем поддерживаемого товарного запаса. На основе значения отклонений фактических данных от прогноза рассчитывается величина страхового запаса. Если величина ошибки прогноза не превышает 5 %, величина страхового запаса будет оптимальной и будет поддерживаться на планируемом уровне.

¹ Четвериков Н.С. Статистические исследования (Теория и практика). М., 1975. С. 52.

² Ханк Д.Э., Уичерн Д.У., Райтс А.Дж. Бизнес-прогнозирование. М., 2003. С. 207.