

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СБЫТА (ПРОДАЖИ) ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ВАРИАНТНЫЕ ПОДХОДЫ

В.Н. Чайников

*ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары*

Рецензент О.В. Воронкова

Ключевые слова и фразы: «жизненный цикл» товара; объем продаж; показатели конкурентоспособности.

Аннотация: На основе анализа теоретических разработок предложена экономико-математическая поисковая модель, позволяющая моделировать и анализировать процесс прогнозирования уровня конкурентоспособности продукции, а также объем ее продажи на рынке. Модель позволяет определять составляющие показателя конкурентоспособности продукции, а именно: полезный эффект и совокупные затраты за полный жизненный цикл продукции.

Прогнозирование сбыта (продажи) продукции является одним из ключевых показателей любого производственного предприятия, характеризующих его коммерческую деятельность, и приобретает особое значение в условиях рынка, так как во многом определяет его будущую прибыль и стратегию дальнейшего развития. Результаты прогнозирования объема продаж могут не только интерпретировать закономерности спроса и развития производства продукции, но и использоваться для поиска оптимальных стратегических решений. Кроме того, они могут рассматриваться как начальная стадия планирования производства и сбыта продукции, определяющая выбор путей их достижения.

Прогнозирование объема сбыта (продаж) товаров различного назначения рассматривается в ряде работ как отечественных [1–3], так и зарубежных авторов [4], где используются известные методы экспертных оценок, регрессионного, корреляционного анализа, экстраполяции тренда и т.д. В последнее время в задачах прогнозирования объема сбыта (продаж) товаров и обоснования маркетинговых решений находит применение адаптивный регрессионный анализ [5], а также метод «нейронных» сетей [6]. Не раскрывая сущности известных методов, отметим, что в каждом конкретном случае выбор метода осуществляется исходя из целей прогнозирования, изменения спроса на изготавливаемую продукцию, тенденций изменения платежеспособности предприятий, колебания их деловой активности, цикличности появления на рынке новых товаров конкурентов, изменения технологии производства и т.д. При этом прогнозные расчеты одновременно могут быть выполнены разными методами, но при этом окончательный вариант необходимо принимать на основе результатов сравнительного качественного анализа. Использование многовариантности прогнозных расчетов позволяет повысить их верифицируемость, то есть достоверность, точность и обоснованность. В этой связи необходимо изыскание дополнительных научно обоснованных решений данной задачи и совершенствование существующих методов прогнозирования на основе более глубокого качественного анализа сущности основной тенденции динамики развития объема продаж исследуемых товаров.

Основой качественного анализа содержания базовой тенденции динамики развития объема продаж товара (тренда), на наш взгляд, могут служить результаты анализа кривой его «жизненного цикла», включающей этапы внедрения (выхода на рынок), роста, зрелости, насыщения и спада.

Качественный анализ «типичной» кривой «жизненного цикла» показывает, что она имеет S-образную форму, так как описывает два последовательных процесса: первый – с ускорением развития объема продаж на этапах внедрения и роста, а второй – с замедлением и достижением максимальной величины объема продаж на этапе зрелости. Это дает возможность использовать логистическую кривую для качественного описания «жизненного цикла» товара на его основных этапах внедрения, роста и зрелости.

С учетом отмеченных особенностей кривой «жизненного цикла» товара ставится задача изыскания такой аналитической логистической функции, которая бы по имеющейся количественной информации на этапе внедрения и роста позволила спрогнозировать основную тенденцию развития динамики объема продаж на этапе зрелости и определить его количественную величину. Прогноз объема продаж товара по логистической функции на этапе зрелости дает возможность предприятию расчетным путем определить два важнейших параметра кривой «жизненного цикла» товара: во-первых – точку перегиба, характеризующую переход основной тенденции динамики ускоренного процесса развития объема продаж на его неизбежное торможение и замедление с достижением максимальной величины; во-вторых – время перехода с ускоренного процесса на процесс замедления, а также время выхода предприятия на максимальный объем продаж. Эта качественная и количественная информация имеет большое практическое значение для промышленного предприятия при принятии дальнейших стратегических управленческих решений его развития.

Для описания логистической кривой и прогнозирования объема продаж воспользуемся функцией вида [7]

$$Q = \frac{M}{1 + be^{-at}}, \quad (1)$$

где Q_t – объем продаж товара в рассматриваемый момент времени t ; M – максимальное значение объема продаж, достигаемое за время t ; a , b – постоянные параметры уравнения (1); t – время прогнозирования; e – основание натуральных логарифмов.

Для количественной оценки параметров уравнения (1) и его использования для целей прогнозирования нами были синтезированы три варианта А (генератор Г-700), В (прибор коммутации БУСН), С (устройство защитного отключения УЗО-Б) временных рядов объемов продаж промышленной продукции электротехнической отрасли, производимой предприятиями Чувашской Республики. Сглаживание временных рядов для выявления основной тенденции динамики развития и построения тренда проводилось методом скользящей средней (табл. 1). Для параметризации уравнения (1) использовался метод трех точек [8], который отличается от других известных методов тем, что дает возможность определить максимальное значение объема продаж M расчетным путем, что является существенным позитивным фактором, например, по сравнению с методом наименьших квадратов, по которому M принимается (задается), исходя из тенденций дальнейшего развития временного ряда. Параметры a , b , M уравнения (1) методом трех точек определились по следующим зависимостям:

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{n} (\ln a_1 - \ln a_2); & b &= \frac{M - Q_0}{Q_0}; & \frac{1}{M} &= \frac{1}{Q_0} - \frac{a_1^2}{a_1 - a_2}; \\ & & a_1 &= \frac{1}{Q_0} - \frac{1}{Q_1}; & a_2 &= \frac{1}{Q_1} - \frac{1}{Q_2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Основным условием использования метода трех точек для целей параметризации является то, что выбираемые исходные точки должны находиться соответственно в начале Q_0 , середине Q_1 и конце Q_2 временного ряда, охватывающего этапы внедрения и роста. Другим условием использования рассматриваемого метода является равенство временных интервалов n между выбранными точками по оси времени.

В результате обработки временных рядов (см. табл. 1) были выявлены и построены три тренда (рис. 1), которые по форме подобны логистическим кривым с характерными участками и точками перегиба A , A^* , A^{**} а по формулам (2) получены три логистических уравнения, описывающие зависимости объемов продаж соответствующих видов товаров А, В, С времени прогнозирования на этапах внедрения, роста и зрелости:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3846}{1 + 9,7135 e^{-0,8523t}}; & Q &= \frac{3030}{1 + 13,7819 e^{-0,8572t}}; \\ Q &= \frac{1000}{1 + 25,3157 e^{-0,8987t}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Результаты расчетов динамических рядов и прогнозные значения объемов продаж товаров по полученным формулам (3) приведены в табл. 1, а на рис.1 представлены их графические зависимости (данные расчетов (см. табл. 1) округлены до целого значения). Сравнивая расчетные данные, полученные по логистическим уравнениям (3), с фактическими, можно отметить их удовлетворительное совпадение. Величина наибольших отклонений составляет не более 9,8 %.

Так как количественные величины расчетов прогнозирования объемов продаж являются вероятностными, зависящими от ряда погрешностей, то расчеты прогноза выполнены не только точечными, но и интервальными оценками. Для определения границ интервалов $Q_{it}^{пр}$ использовалась формула [8]

$$Q_{it}^{пр} = \pm t_j S_j \quad (4)$$

где t_j – коэффициент доверия по распределению Стьюдента, который при уровне значимости

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum (Q_{it} - Q_{срi})^2}{n-m}}$$

$j = 5\%$, согласно таблице Стьюдента равен 2,571; S_j – среднее квадратичное отклонение от тренда, скорректированное по числу степеней свободы $(n-m)$; m – число определяемых параметров логистической функции (адекватной модели тренда), $m = 3$; n – число уровней базисного ряда динамики развития, $n = 8$; $(Q_{it} - Q_{срi})$ – величина отклонения теоретических Q_{it} (расчетных) уровней от фактических средних скользящих (условно принятых) уровней объемов продаж. Тогда с вероятностного 0,95 границы доверительных интервалов составляют $Q_{it}^{пр} = \pm 2,571 S_j$. Расчетные значения границ интервалов прогнозных величин объемов продаж нанесены на соответствующие кривые (см. рис. 1).

Таким образом, используя информацию об объемах продаж товара на этапах внедрения и роста кривой «жизненного цикла» можно по разработанной методике расчетным путем по логистическим уравнениям определить максимальную величину исследуемого параметра и время его реализации. По этой информации предприятие может заблаговременно разработать программы модернизации выпускаемого товара или перехода на новую модель, опередив конкурента по времени выхода на рынок.

Одним из основных недостатков разработанной методики прогнозирования объема сбыта (продаж) промышленной продукции, как и других известных методик [1–3], является то, что они при определении прогноза не учитывают динамику изменения показателя конкурентоспособности. Так как все параметры логистического уравнения (1) a , b , M постоянны и, как отмечают авторы работ [7, 8], являются комплексными показателями, включающими в себя все факторы, которые влияют на величину прогнозируемых объемов продаж, то следует, что и показатель конкурентоспособности товара тоже является величиной постоянной.

Однако в условиях конкуренции именно рост конкурентоспособности, например, промышленной продукции обеспечивает динамику роста ее объема продаж. При этом показатель конкурентоспособности K [9], как видно из формулы (5), увеличивается прямо пропорционально повышению качества продукции, то есть полезному эффекту Π , качеству сервиса $K^{сер}$, снижению цены ее приобретения Ψ и затрат на дальнейшую эксплуатацию Ξ :

$$K = \frac{\Pi}{\Psi + \Xi} K^{сер} \quad (5)$$

Учесть взаимосвязь показателя конкурентоспособности и объема продаж продукции возможно, используя для этой цели уравнение для прогнозирования показателя конкурентоспособности, полученное в работе [10], которое имеет вид

$$K_t = \frac{K_1 \ln \frac{Q}{Q_1}}{K_1^6 t} - \frac{K_1 \ln \frac{Q}{Q_1}}{t} + K_1 \quad (6)$$

где K_t – показатель конкурентоспособности продукции в прогнозном периоде; K_1 – показатель конкурентоспособности в рассматриваемый период времени t ; K_1^6 – показатель конкурентоспособности товара конкурента на рынке, принятого за базовый, который является лучшим в рассматриваемый период времени; t – время прогнозирования (упреждения); Q , Q_t – объемы сбыта (продаж) товара соответственно в рассматриваемый и прогнозный периоды.

Уравнение (6) позволяет выполнить несколько вариантов расчетов прогнозных значений объема продаж продукции (товара) при соответствующих показателях конкурентоспособности. Так, используя данные (см. табл. 1) объема продаж, полученные по логистическим уравнениям, определим повышение показателей конкурентоспособности исследуемых товаров в прогнозном периоде с первого полугодия 2007 г. по первое полугодие 2010 г.

Для количественных расчетов параметров, входящих в уравнение (6), используем данные, которые находим следующим образом. Так, объем продаж реализуемого товара Q и показатели конкурентоспособности рассматриваемого товара в текущем периоде K_1 и товара конкурента K_1^6 определяются исходя из результатов маркетинговых исследований предприятием соответствующего рынка.

Прогнозное значение объема продаж Q_t в уравнении (6) может быть определено по разработанной выше методике прогнозирования объема продаж по логистическим функциям (в прямой задаче прогнозирования K_t) или по заданной (принятой) прогнозной величине K_t (в обратной задаче). Следовательно, уравнение (6) позволяет выполнить несколько вариантов расчетов прогнозов как показателя конкурентоспособности K_t , так и прогнозных значений объемов продаж Q_t .

Используя прогнозные данные объемов продаж (см. табл. 1), полученные по логистическим уравнениям (3), определим повышение показателя конкурентоспособности используемых товаров А, В, С за рассматриваемый период прогноза t . При этом по результатам маркетинговых исследований рынка для соответствующих товаров А, В, С примем показатель конкурентоспособности для рассматриваемого периода (первое полугодие 2007 г.) $K_1 = 0,7$; $K_1^6 = 0,85$; $t = 3$ года.

Результаты расчетов сведены в табл. 2, которая показывает, что показатели конкурентоспособности в прогнозном периоде увеличиваются, но повышение незначительно, наибольшая величина составляет 1,85 %.

Значит, в этом случае предприятие недостаточно вело работу по увеличению конкурентоспособности выпускаемых товаров по всем направлениям ее составляющих. Этот вариант расчета можно назвать пессимистическим.

Если предприятие на основе результатов анализа своего экономического потенциала будет считать возможным увеличить в прогнозном периоде показатель конкурентоспособности своих товаров А, В, С со значений пессимистического варианта (см. табл. 2) до величины, например, $K_t = 0,75$ за счет повышения качества товаров, качества сервиса, снижения цены приобретения и затрат на дальнейшую эксплуатацию, то прогнозные значения объемов их продаж, как показывают результаты расчетов, значительно увеличатся (см. табл. 2). Увеличение объемов продаж произойдет в 3,33 раза. Этот вариант расчетов будем считать оптимистическим. Тогда, исходя из результатов двух вариантов прогнозных расчетов и объемов продаж выпускаемых товаров, предприятие имеет возможность выбрать и принять к рассмотрению вероятностный вариант, являющийся средним между пессимистическим и оптимистическим вариантами.

Таблица 2

Результаты расчетов объема продаж по пессимистическому и оптимистическому прогнозу

Исследуемые параметры	Виды товаров		
	А (Г-700)	Б (БУСН)	С (УЗО-Б)
Фактические объемы продаж товаров в рассматриваемый период (первое полугодие (см. табл. 1) 2007 г.), $Q_{шт.}$	3348	2191	870
Максимальные прогнозные значения объемов продаж в прогнозном периоде (первое полугодие (см. табл. 1) 2010 г.), $Q_{шт.}$ (пессимистический вариант)	3805	3027	987

Значения показателей конкурентоспособности K_t , исходя из прогноза объема продаж (первое полугодие 2010 г.)	0,7053	0,7133	0,7051
Прогнозные значения объемов продаж при планировании повышения показателя конкурентоспособности в прогнозном периоде до $K_t = 0,75$ (оптимистический вариант)	11148	7296	2897
Среднее прогнозное значение объемов пессимистического и оптимистического прогнозов (вероятностный вариант)	7476	5161	1883

Таким образом, использование предложенной методики, позволяющей осуществить многовариантные расчеты прогноза объема продаж товаров промышленного предприятия, в сочетании с результатами прогнозов, выполненных другими методами прогнозирования, увеличивает возможность повысить их качество. Основными компонентами расчетов являются точность, достоверность и научная обоснованность.

Список литературы

1. Ильин, А.И. Планирование на предприятии : учеб. пособие / А.И. Ильин. – 6-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание, 2005. – 656 с.
2. Ветроградов, В. Управление продажами / В. Ветроградов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Питер, 2005. – 240 с.
3. Кошечкин, С.А. Алгоритм прогнозирования объема продаж в MS Excel / С.А. Кошечкин // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. – № 5. – С. 34–42.
4. Хейман, С. Новая стратегия продаж / С. Хейман, Д. Санчес. – М. : Лари, 2001. – 294 с.
5. Давнис, В.В. Адаптивное прогнозирование: модели и методы : монография / В.В. Давнис. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 196 с.
6. Количественные методы анализа в маркетинге / под ред. Т.П. Данько, И.И. Скоробогатых. – СПб. : Питер, 2005. – 384 с.
7. Гришин, А.Ф. Статистические модели в экономике / А.Ф. Гришин, С.Ф. Котов-Данти, В.Н. Ягунов. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 344 с.
8. Четыркин, Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – 2-е изд., перераб и доп. – М. : Статистика, 1977. – 220 с.
9. Лифиц, И.М. Формирование и оценка конкурентоспособности товара и услуг / И.М. Лифиц. – М. : Юрайт-Издат, 2004. – 335 с.
10. Чайников, В.Н. Прогнозирование конкурентоспособности продукции в региональной социально-экономической системе : монография / В.Н. Чайников. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2006. – 150 с.

Forecast of Industrial Product Sales: Menu Approaches

V.N. Chainikov

Chuvashia State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary

Key words and phrases: product life cycle; volume of sales; product competitiveness indexes.

Abstract: On the basis of theoretical evidence the paper puts forward economic and mathematical search model enabling to model and analyze the process of forecasting the degree of product competitiveness as well as the volume of its sales in the market. The model enables to determine the content of product competitiveness index, i.e. useful effect and total expenses over the complete life cycle of a product.