

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 339.18:002.5

**ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ СПРОСА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ И  
ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ВЫПУСКА**

Е.Н. ЖИВИЦКАЯ, О.В. ГУРИНОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 19 апреля 2005*

Рассмотрен метод моделирования спроса на продукцию. Для прогноза спроса использованы статистические методы обработки результатов наблюдений за доходами, ценами и расходами. Приведено сравнение фактических данных с полученными результатами и даны рекомендации по оптимизации выпуска продукции. На основе оценки полученных результатов составлена модель выпуска продукции предприятия.

*Ключевые слова:* спрос, функция спроса, методы прогноза спроса, бизнес-прогноз модели выпуска продукции.

**Введение**

Прогноз спроса на предстоящий плановый период является отправной точкой системы формирования модели выпуска, основой формирования производственной программы предприятия.

Для рынков стран СНГ с не устоявшейся структурой спроса актуальным является прогнозирование спроса на продукцию предприятия. Лишь для немногих предприятий прогнозы такого рода не составляют особого труда. На большинстве рынков уровни спроса колеблются, поэтому умение сделать точный прогноз — определяющий фактор успеха предприятия, и чем выше нестабильность спроса, тем точнее должен быть прогноз.

Таким образом, успешная деятельность предприятия невозможна без прогнозирования спроса. Однако не существует надежной методики количественной оценки наиболее существенных факторов, влияющих на спрос. Количественное определение спроса затрудняется из-за отсутствия концепции, адекватно объясняющей закономерности его возникновения и трансформации в условиях становления рыночных отношений; ограничивается слабой разработанностью подходящих методов и моделей для прогнозирования его динамики и структуры; значительно осложняется отсутствием необходимого информационного обеспечения. Все это указывает на актуальность исследования и необходимость разработки методики прогнозирования спроса на продукцию предприятия.

ПО "МТЗ" — крупнейшее предприятие в мире по выпуску колесных тракторов. На его долю приходится 10 % мирового рынка тракторов в своем классе. Объединение входит в сермерку мировых экспортеров тракторов.

Из-за ценового давления конкурентов ПО "МТЗ" в последнее время снизило объем продаж с 72,2 % в 2000 г., до 63,8 % в 2004 г., поэтому точный анализ спроса стал необходимым для предприятия.

## Анализ методов прогнозирования спроса и моделирования выпуска продукции

Спрос на продукцию является двуединым понятием, связывающим количество покупаемого товара с его ценой.

Изучение основных тенденций спроса осуществляется с использованием факторов двух типов: 1) факторов, определяющих величину спроса на каждом из уровней экономики машиностроительной отрасли; 2) факторов, учитывающих специфику развития машиностроительной отрасли.

При постановке задач прогнозирования спроса необходимо иметь в виду, что они решаются по мере выявления основных закономерностей и тенденций развития спроса в прошлом, настоящем, при условии сохранения этих закономерностей в определенном будущем. Поэтому важно правильно выбрать и обосновать период для анализа процесса изучения формирования спроса.

Выбор метода прогнозирования зависит от ряда моментов:

периода, на который необходимо составить прогноз (например, методы экстраполяции наиболее эффективны при краткосрочных прогнозах);

возможности получить соответствующие исходные данные.

При прогнозировании спроса применяются следующие подходы:

традиционный (генетический) — ретроспективный анализ фактического числа заявок на услуги и выявление эвристическим путем основных тенденций, определяющих их будущее количество. Как показал опыт его широкого применения в условиях административно-командной системы, данный подход является неэффективным; особенно он неприемлем в условиях быстрого изменения внешней среды функционирования экономических объектов, характерного для современных условий;

классический — прогнозирование спроса с учетом ограниченного числа доминантных факторов (обычно — доходов и цен); представлен научными трудами многих известных экономистов, занимавшихся теоретическими проблемами спроса на рубеже XIX–XX вв. К их числу принадлежат А. Маршалл, В. Парето, Л. Вальрас, Д. Хикс, Г. Кассель и др. Основные вопросы, находившиеся в центре их внимания, — анализ поведения потребителя, исследование факторов, влияющих на спрос, в частности, изучение соотношения категорий спроса, предложения, цены и доходов [9].

модифицированный — адаптация классического подхода к современному сложному процессу формирования спроса на продукцию. Этот подход базируется на новых концепциях формирования спроса, в соответствии с которыми его эффективное прогнозирование невозможно без учета целого комплекса взаимосвязанных факторов, определяемых спецификой производства.

Целью проведения работ по изучению спроса на продукцию является разработка стратегии предприятия на рынке и ее оперативная корректировка в соответствии с изменениями конъюнктуры рынка.

На основе проведенного анализа предлагается следующий порядок проведения работ по изучению спроса на продукцию.

1. Изучение спроса и тенденций его изменения, складывающихся на рынке продукции.

2. Сегментирование рынка продукции и позиционирование предприятия на отдельных сегментах и на рынке в целом.

3. Разработка рабочих прогнозов сбыта и планов продаж (производства).

Для прогноза спроса на продукцию используются следующие методы прогноза спроса, приведенные в табл. 1.

На основе данных, приведенных в табл. 1, целесообразно применять методы корреляционно-регрессионного анализа, дающие наибольшую точность для краткосрочного прогноза.

Бизнес-прогнозы модели выпуска представляют собой исходные данные, содержащие плановую и нормативную информацию для составления модели выпуска продукции предприятия на предстоящий плановый период.

Таблица 1. Методы прогноза спроса на продукцию

Метод	Описание	Применение
<b>Математические методы прогноза</b>		
Корреляционно-регрессионный анализ	Объясняющее прогнозирование. предполагает наличие причинно-следственной связи между переменными на входе и выходе системы	Кратко- и среднесрочное прогнозирование существующих товаров и услуг, маркетинговые стратегии, производство, набор персонала, планирование мощностей
Множественная регрессия	Объясняющее прогнозирование. предполагает наличие причинно-следственной связи между более чем одной переменной на входе и переменной на выходе системы	Кратко- и среднесрочное прогнозирование существующих товаров и услуг, маркетинговые стратегии, пр-во, набор персонала, планирование мощностей
Эконометрические модели	Модели описывают определенный сектор экономики с помощью системы независимых уравнений	Кратко- и среднесрочное прогнозирование существующих товаров и услуг
Скользящее среднее	Устраняет случайности из временных рядов; прогноз основывается на проецировании данных временных рядов, сглаженных методом скользящего среднего	Краткосрочные прогнозы такой деятельности, как создание запасов, календарное планирование, контроль, ценообразование и выбор времени для продвижения товара на рынке; используется для вычисления как сезонной, так и циклической компонент для метода краткосрочной декомпозиции
Экспоненциальное сглаживание	Аналогично скользящим средним, однако значения экспоненциально взвешены с присвоением больших весов более новым данным	Краткосрочные прогнозы такой деятельности, как создание запасов, календарное планирование, контроль, ценообразование и выбор времени для продвижения товара на рынке
<b>Нематематические методы прогноза</b>		
Метод прогноза по суждениям потребителей	Осуществляемый на основе обобщенных данных ответов Потребителей на вопрос: приобрели ли они данную продукцию (товар) или нет, когда и в каком количестве?	В различных областях используются крупными предприятиями
Метод предрыночного тестирования	Когда в порядке эксперимента продукция (товары) реализуется на ограниченном рынке и по результатам реализации делается прогноз о реакции рынка	В различных областях применения прогнозирования
Метод написания сценария или метод экспертных оценок	Когда оценка возможных объемов реализации делается группой экспертов для различных вариантов ситуаций на рынке.	В различных областях применения прогнозирования
Метод Дельфи	Группа экспертов отвечает на вопросы. Руководитель группы компилирует результаты и формулирует новый вопрос, который ставит на рассмотрение группы. Нет влияния группового давления или доминирования мнения отдельного лица	В различных областях применения прогнозирования
Нормативный метод	Основан на использовании показателей рекомендуемого уровня потребления материальных благ и применяется как основной инструмент среднесрочного и долгосрочного прогнозирования товарно-групповой структуры спроса в целом по стране	Рассчитывают либо сроки достижения норм рационального потребления (исходя из фактически сложившихся среднегодовых темпов потребления этих товаров в базисном периоде), либо темпы роста производства и потребления необходимых для достижения к намеченному сроку нормативных показателей рационального потребления.

Составление модели выпуска продукции связано с прогнозированием спроса, на основе прогноза планируется выпуск широкой номенклатуры изготавливаемых тракторов, оценивается возможность увеличения объемов выпуска и реализации продукции, проведения программы технического перевооружения предприятия, освоения новых видов продукции, сохранения рабочих мест, снижения себестоимости продукции. Также необходимо произвести оптимизацию модели выпуска продукции, которая включает следующие элементы.

1. Анализ покупательского спроса на отдельные виды продукции.
2. Учет ограничений, связанных с существующими производственными мощностями, имеющимися оборотными ресурсами и потребностью рынка в отдельных продуктах.
3. Выбор с учетом рыночного спроса рационального сочетания цен и объемов реализации.
4. Прогноз потока денежных средств для сравнения плановой и оптимальной программ. Производственными планами оценивается возможность увеличения объема выпуска товарной продукции, объема реализации.

### Метод корреляционно-регрессионного анализа для прогноза спроса

ПО "Минский тракторный завод" осуществляет выпуск широкой номенклатуры продукции машиностроительной отрасли, основным видом которой являются тракторы, тракторокомплекты и машины, их объемы составляют около 82 % от общего объема производимой продукции, приносят основной доход предприятию, и поэтому данным видам продукции на предприятии уделяется особое внимание. Реальная производственная мощность предприятия позволяет изготавливать порядка 60 тыс. тракторов в год.

При использовании корреляционно-регрессионного анализа прогноз спроса опирается на фактическую информацию о продажах и применяет количественные приемы обработки данных за прошедший период времени.

Метод построения регрессионной зависимости с целью повышения наглядности необходимо проводить с использованием временных рядов продаж и цен, формировании представительной выборки и экстраполяции зависимости "цена — объем продаж" на ближайшее время.

Предлагаемый метод основан на предположении о стабильности причинно-следственных связей факторов внешней среды, что делает возможным использование приемов экстраполяции тенденций, характерных в прошлом, на будущее; с целью прогнозирования спроса на тракторы в 2005 г. на основе анализе данных о ценах и объемах продаж в 2004 г.

Исходными данными для построения функции спроса служат объемы реализации, прибыль и соответствующие цены за все месяцы 2004 г.

Поскольку на начало каждого месяца у предприятия были остатки этого продукта на складе, можно утверждать, что объемы реализации адекватно отражают спрос на сегменте рынка, контролируемого РУП "МТЗ". Из этого набора данных нужно сформировать представительную выборку, исключая значения, которые по экспертным оценкам "выпадают" из общего ряда, в частности не являются показательными для стабильной работы предприятия.

Полученный в результате обработанный массив данных является основой для построения аналитической зависимости цены от объемов ежемесячных продаж (в качестве зависимости принята линейная аппроксимация).

Пример обработки массива исходных данных (приведен на рис. 1.)

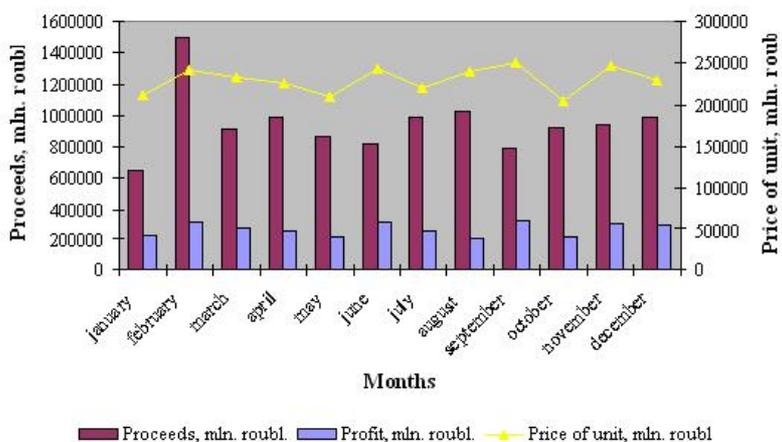


Рис. 1. Объемы реализации и цены в 2004 г.

Произведем сортировку исходных данных:

– январь следует исключить из рассмотрения, так как средняя цена реализации в основном определялась ценами предыдущего и была более чем на 40 % ниже средних цен за месяцы 2004 г. Поэтому данные этого месяца исключаются как "выпадающие" из общего ряда;

– февраль и август: по правилам первичной статистической обработки результаты наблюдений за эти месяцы должны быть исключены из набора данных как имеющие наибольшее (по выручке) и наименьшее (по прибыли) значение.

Данная методика является очень удобной для получения предварительных оценок спроса.

### Построение линейной аппроксимации функции спроса для месячных продаж

С помощью математических методов на основе отобранных данных строится линейная зависимость выручки от цены за месяц, а затем ее аппроксимация (рис. 2).

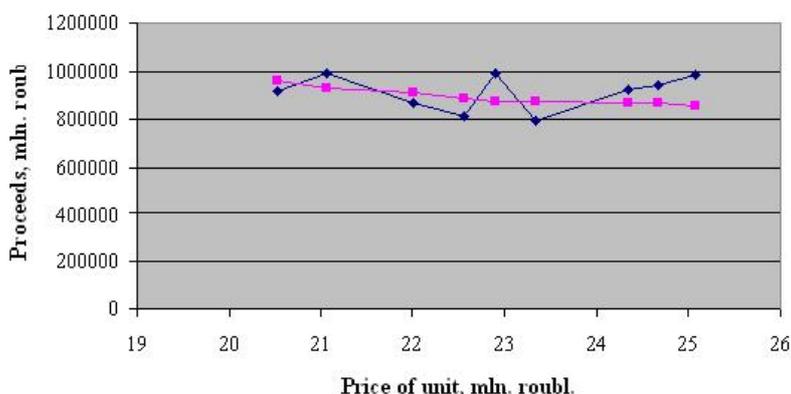


Рис. 2. Зависимость цены от выручки за месяц  
(ряд 1 — зависимость выручки от цены, ряд 2 — аппроксимация)

Максимальное расхождение расчетных и фактических данных не превышает 10%. Считаем, что такой точности достаточно для приближенных расчетов. Предлагаемая модель используется для прогнозирования спроса на краткосрочный период.

Определим количественные данные о функции спроса для доли рынка.

Представление функции спроса в виде линейной зависимости имеет следующий вид:

$$P = a_0 + a_1 Q,$$

где  $P$  — средняя цена трактора, млн руб.;  $Q$  — объем реализации за месяц в натуральном выражении, шт.;  $\hat{a}_0$ ,  $\hat{a}_1$  — постоянные коэффициенты, значения которых определяются с помощью метода наименьших квадратов:

$$\hat{a}_0 = 22,59361 \text{ млн руб.}, \hat{a}_1 = -0,00152906 \text{ млн руб.}$$

Знак коэффициента  $\hat{a}_1$  указывает на снижение цен на продукцию с ростом объема продаж, т.е. спрос на тракторы является эластичным.

Прогноз, сделанный на основе временных рядов данных, имеет смысл для краткосрочного периода, в отношении которого можно принять, что характеристика изучаемого явления существенно не изменяется. Прогноз спроса необходимо делать для всех видов выпускаемой продукции. Но эта задача особенно актуальна для продуктов, занимающих значительную долю в объеме продаж.

## Оценка полученных результатов

Определим оптимальный объем реализации за месяц и соответствующую цену на тракторы, используя полученную ранее линейную функцию спроса и данные об уровне затрат за последние месяцы 2004 г.

Оптимальный объем реализации составит  $Q=4,1023$  тыс.шт. Согласно функции спроса, цена единицы товара, соответствующая найденному объему продаж, равна  $P=22,95$  млн руб.

На основании функции спроса ранее представленной линейной зависимостью цены от количества найдем оптимальный объем продаж на первый месяц 2005 г. Он составит  $Q=5,12$  тыс. шт., что на 25 % больше объемов реализации за ноябрь 2004 г. (данные за ноябрь 2004 г. будем считать базовыми).

Определим также значение оптимальной цены  $P=20,97$  млн руб., это на 15% ниже установленной на предприятии.

Сопоставим оптимальный вариант с фактическими данными за ноябрь 2004 г. (табл. 2).

Таблица 2

	Данные предельного анализа	Фактические данные	Отклонение
Цена, млн руб.	20,97	24,67	1,98
Выручка, млн руб.	1073664,7	973654,1	100010,7
Прибыль, млн руб.	472369,8	301842,9	170526,9

Найденный объем продаж соответствует полной загрузке оборудования ПО РУП "МТЗ", что на 10% выше уровня ноября. У предприятия есть возможность увеличить прибыль от реализации на 100010,7 млн руб. (18%) в месяц, что может составить более 77403335 млн руб. Причем затраты возрастут на 9%.

## Заключение

В данной работе показано, что наиболее оптимальным для прогнозирования спроса в краткосрочном периоде является метод построения корреляционно-регрессионной модели.

Проведенное исследование на базе предлагаемого метода свидетельствует о том, что предприятие должно согласовывать запланированные цены и объемы продаж с прогнозом спроса, что позволит существенно увеличить его прибыль. В дальнейшем предприятию следует ориентироваться, в первую очередь, на реализацию предельных объемов по рассчитанным ценам.

Полученные результаты использованы в рамках общей технологии производственного планирования и составления модели выпуска продукции предприятия (определения оптимальных объемов производства тракторов, тракторокомплектов и машин, а также цены реализации с учетом рыночной конъюнктуры по критерию максимизации получаемой прибыли).

Предлагаемая методологическая схема прогнозирования спроса и составления модели выпуска позволяет учесть общеэкономические тенденции развития, технологическую схему производства, конъюнктуру сбытовых рынков, а также специфические рыночные ограничения, накладываемые такими факторами, как платежеспособность потребителей и ликвидность форм оплаты (структура платежей).

# THE DEMAND FORECASTING MODEL OF THE ENNTREPRISE PRODUCTION AND THE FORMATION OF THE PRODUCT RELEASE MODEL

E.N. ZHIVITSKAYA, O.V. GURINOVITCH

## Abstract

The method modeling demand for production and drawing up on his basis release model of the enterprise is considered. The statistical technology of the analysis of observations of profit, prices and expenses are used. The comparison of the fact and received results were used for the demand forecasting is resulted and recommendations on optimization of output are given.

## Литература

1. *Котлер Ф.* Основы маркетинга. М., 1993.
2. *Кулибанова В.В.* Маркетинг: сервисная деятельность. СПб., 2000.
3. *Котлер Ф.* Маркетинг, менеджмент. СПб., 1998.
4. *Багриновский К.А., Матюшок В.М.* Экономико-математические методы и модели (микрoэкономика). М., 1999.
5. *Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов Р.М.* Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегия, безопасность. М., 1997.
6. *Ильenkova Н.Д.* Спрос: анализ и управление. М., 2000.
7. *Егорова Н.Е., Мудунов А.С.* Применение моделей и методов прогнозирования спроса на продукцию сферы услуг. М., 2000.
8. *Чеканский А.Н., Фролова Н.Л.* Теория спроса, предложения и рыночных структур. М, 1999.
9. *Безрукова Е.Г., Руденчик Е.А.* Прогнозирование статистических временных рядов. Ярославль, 1997.
10. *Ялебанова Т. В.* Товарные рынки и прогнозирование спроса. М, 1993.
11. Торгово-промышленный еженедельник "Деловой визит" 1995. № 8–10.