

УДК 338.984

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

**А. А. Коробач**

*Аспирант экономического факультета  
Белорусского государственного университета, г. Минск*

Одной из важнейших задач, решаемых современной наукой и практикой, является поиск путей повышения конкурентоспособности предприятий на основе предсказания будущего, что невозможно без прогнозирования бизнес-процессов. Решению данных задач будет способствовать использование аддитивных и мультипликативных моделей, что позволит субъектам хозяйствования в условиях нестабильности и противоречивости происходящих процессов принимать более обоснованные управленческие решения.

*Ключевые слова:* аппроксимация; аддитивная модель; мультипликативная модель; прогноз; прогнозирование.

## THE POSSIBILITIES OF USING ADDITIVE AND MULTIPLICATIVE MODELS IN FORECASTING ENTERPRISE ACTIVITIES

**A. A. Chorobach**

*PhD Student of the Faculty of Economics of the Belarusian State University, Minsk*

One of the most important tasks solved by modern science and practice is to find ways to competitive recovery of enterprises based on predicting the future, which is impossible without forecasting business processes. The solution of these problems will be facilitated by the use of additive and multiplicative models, which will allow economic entities to make more justified management decisions in conditions of instability and inconsistency of the ongoing processes.

*Keywords:* approximation; additive model; multiplicative model; forecast; forecasting.

Современные условия осуществления производственно-хозяйственной деятельности, обусловленные влиянием внешних и внутренних факторов, требуют от отечественных товаропроизводителей обоснованных решений по повышению экономической эффективности, финансовой устойчивости и независимости, что, в конечном итоге, будет способствовать достижению высокого уровня конкурентоспособности предприятия. Решение поставленных задач будет зависеть от того, насколько достоверно менеджеры смогут определить перспективы развития предприятия. В этой связи значительно возрастает роль прогнозирования, под которым принято понимать «специальное научное исследование конкретных перспектив развития какого-либо явления» [1]. В узком понимании этого слова – это разработка прогноза на основе определения тенденций динамики развития конкретного объекта с использованием ретроспективных данных.

Учитывая, что прогнозирование выполняет такие функции, как предвидение тенденций развития экономической ситуации и субъекта хозяйствования в будущем, разработка прогноза с тем, чтобы иметь возможность скорректировать принятые управленческие решения, оценка возможных последствий принимаемых управленческих решений, определение возможных альтернатив развития субъекта хозяйствования и др., то каждое предприятие в той или иной степени в своей деятельности использует прогнозы

Современной науке и практике известно более сотни методов прогнозирования (от простой и скользящей средней до нейронных сетей с нечеткой логикой), которые в большей или меньшей степени позволяют уменьшить неопределенность при принятии управленческих решений.

Существенные возможности прогнозирования объема выпуска продукции, продаж, использования производственных мощностей, нормирования расхода материально-сырьевых ресурсов, нормирования запасов и т. д. заложены в использовании аддитивных и мультипликативных моделей, построенных на анализе временных рядов.

Временной ряд (ряд динамики) – это совокупность значений какого-либо параметра исследуемого процесса за определенные периоды времени (день, неделя, месяц, квартал, год). Время в данном случае выступает определяющим фактором, что является характерной чертой временных рядов. Учитывая, что анализ временных рядов базируется на математической статистике, то к исходным данным предъявляются жесткие требования (сопоставимость, однородность, распределение и др.).

Целью анализа временного ряда является построение прогноза его значений на будущие периоды. Для достижения этой цели решаются такие задачи как, описание изменения исследуемого признака во времени, выявление свойств изучаемого временного ряда, объяснение происходящих изменений уровня ряда, построение математической модели для каждой компоненты или их совокупности.

Любой временной ряд можно разложить на такие составляющие, как тренд (систематическая линейная или нелинейная компонента, изменяющаяся во времени, на которую могут накладываться случайные колебания или сезонные эффекты), сезонную составляющую (периодически повторяющаяся компонента), циклическую составляющую (отражает повторяющиеся, но непериодические колебания) и случайную составляющую (результат воздействия непредвиденных и неподдающихся учету факторов). Первые три составляющие временного ряда образуют детерминированную компоненту. Случайная компонента присутствует в любом временном ряде.

Существующие методы анализа и прогнозирования временных рядов базируются на исследовании изолированных друг от друга показателей. При этом каждый показатель состоит из прогноза детерминированной компоненты и прогноза случайной компоненты. Разработка прогноза детерминированной компоненты особых трудностей не представляет, если определена основная тенденция развития и возможна ее дальнейшая экстраполяция. Спрогнозировать случайную компоненту сложнее, так как ее появление можно определить лишь с некоторой вероятностью.

В процессе эконометрического исследования выявляют и придают количественное выражение каждой из перечисленных компонент для прогнозирования будущих значений временного ряда или для построения моделей взаимосвязи двух и более временных рядов.

Модели, в которых временной ряд представлен как сумма трендовой, сезонной и случайной компонент, являются аддитивными. В общем виде аддитивная модель выглядит следующим образом:

$$F = T + S + E, \quad (1)$$

где  $F$  – прогнозируемое значение;  $T$  – трендовая компонента;  $S$  – сезонная компонента;  $E$  – случайная компонента.

Если временной ряд представлен как произведение трендовой, сезонной и случайной компонент, то такая модель является мультипликативной.

Общий вид мультипликативной модели следующий:

$$F = T \times S \times E. \quad (2)$$

Выбор между аддитивной и мультипликативной моделями осуществляется на основе анализа структуры сезонных колебаний. Аддитивную модель временного ряда строят в том случае, если амплитуда колебаний приблизительно постоянна, а значения сезонной компоненты являются постоянными для различных циклов.

При возрастании или уменьшении амплитуды сезонных колебаний строят мультипликативную модель временного ряда, в которой уровни ряда стоят в зависимости от значений сезонной компоненты.

Построение аддитивной и мультипликативной моделей предполагает расчет трендовой, сезонной и случайной компонент для каждого уровня ряда и включает в себя следующие шаги:

- 1) выравнивание исходного ряда методом скользящей средней;
- 2) расчет значений сезонной компоненты  $S$ ;
- 3) устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных ( $T + E$  – для аддитивной модели;  $T \times E$  – для мультипликативной модели);
- 4) аналитическое выравнивание уровней ( $T + E$  – для аддитивной модели;  $T \times E$  – для мультипликативной модели) и расчет значений  $T$  с использованием полученного уравнения тренда.
- 5) Расчет полученных по модели значений ( $T + E$  – для аддитивной модели;  $T \times E$  – для мультипликативной модели);

б) Расчет абсолютных и/или относительных ошибок. Если полученные значения ошибок не содержат автокорреляции, ими можно заменить исходные уровни ряда и в дальнейшем использовать временной ряд ошибок  $E$  для анализа взаимосвязи исходного ряда и других временных рядов.

В процессе проведенного исследования нами разработано пять способов усреднения темпов изменения среднесуточного производства в  $i$ -м месяце относительно месяца  $i - 1$ . Это позволило выявить главный недостаток аддитивного моделирования, суть которого заключается в том, что иногда в отдельные месяцы расчетного периода могут быть получены отрицательные значения среднесуточного производства. К недостаткам мультипликативной модели следует отнести такой случай, когда последнее отчетное значение среднесуточного производства продукции равно нулю. Поэтому проведение конъюнктурной оценки предлагается осуществлять на основе сочетания аддитивного и мультипликативного моделирования в следующей последовательности.

Для первого месяца расчетного периода мультипликативный «прогноз» определяется путем произведения базового значения среднесуточного выпуска и среднего отклонения для следующего месяца. В качестве получения окончательного прогноза, из двух полученных значений выбирается то, которое в наименьшей степени отличается от уровня среднесуточного производства в соответствующем месяце предыдущего года. Такой порядок применяется с тем, чтобы избежать чрезмерно значительного ее завышения или занижения.

На следующем шаге все указанные выше процедуры повторяются, только вместо базового значения среднесуточного производства продукции используется окончательный прогноз предыдущего месяца.

Изложенный выше порядок выбора между мультипликативным и аддитивным прогнозами используется в том случае, если на их основе получается одинаково направленные изменения среднесуточного производства в следующем месяце (прирост, если средний темп больше единицы и среднее отклонение положительное; уменьшение, если средний темп меньше единицы и среднее отклонение отрицательное).

Если прогнозы имеют разнонаправленные показатели (мультипликативный дает прирост, аддитивный дает уменьшение или наоборот), то в качестве окончательного прогноза выбирается средняя арифметическая из них.

Таким образом, прогнозирование является достаточно распространенной и востребованной практической задачей, решение которой позволяет уменьшить риск неверных, необоснованных и субъективных управленческих решений. Апробированный опыт разработки прогнозов на основе аддитивной и мультипликативной моделей в деятельности ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» позволяет не только преодолеть недостаточную гибкость классических моделей прогнозирования, но и ограничить субъективизм экспертов, поскольку все расчетные операции максимально формализованы в соответствии с четкими математическими критериями.

#### Библиографические ссылки

1. Большая советская энциклопедия. М. : Советская энциклопедия. 1969–1978. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/124043/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5> (дата доступа: 12.02.2021).
2. Кремер Н. Ш., Путко Б. А. Эконометрика : учебник и практикум для академического бакалавриата; под ред. Н. Ш. Кремера. 4-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2018. 354 с.
3. Елисеева И. И. [и др.] Эконометрика : учебник для бакалавриата и магистратуры / под ред. И. И. Елисеевой. Москва : Издательство Юрайт, 2018. 449 с.

УДК 656.064

### РЕАЛИЗАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОПИСАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ПО КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ

**А. А. Королева**

*Кандидат физико-математических наук, доцент,  
доцент кафедры аналитической экономики и эконометрики  
экономического факультета Белорусского государственного университета, г. Минск*

Целью настоящей работы является реализация макроскопической гидродинамической модели для нахождения характеристик транспортного потока, движущегося по кольцевой автомобильной дороге. Определены плотность и средняя скорость движения транспортного потока на основании эмпирических данных о движении транспорта по Минской кольцевой автомобильной дороге.

*Ключевые слова:* транспортный поток; гидродинамическая модель; плотность транспортного потока; средняя скорость транспортного потока.

### IMPLEMENTATION OF A HYDRODYNAMIC MODEL FOR THE DESCRIPTION OF TRANSPORT FLOW MOTION ON A RING ROAD

**A. A. Koroleva**

*PhD in Physics and Mathematics,  
Associate Professor of Analytical Economics and Econometrics Department  
at the Faculty of Economics of the Belarusian State University, Minsk*

The aim of this study is implementation of a macroscopic hydrodynamic model to evaluate the characteristics of a traffic flow moving along a ring road. The density and average speed of the traffic flow were assessed on the basis of empirical data on traffic on the Minsk ring road.

*Keywords:* traffic flow; hydrodynamic model; traffic density; average traffic speed.