

УДК 659:658

Шевченко Н. Ю., Останкова Л. А., Руднев М. Ю.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ПРЕДПРОГНОЗНАГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Современная методология научного планирования деятельности предприятий включает стратегическое планирование, составление прогнозов развития предприятий и внутрифирменное планирование [1–2].

В рыночных условиях хозяйствования исключительно важное экономическое и финансовое значение для предприятия принимает поиск такого варианта решения задач внутрифирменного планирования, результатом которого является формирование оптимальной годовой программы выпуска продукции.

Прогнозирование объемов производства продукции даст возможность руководству предприятия эффективно организовать производственно-хозяйственную деятельность и тем самым обеспечить достаточный уровень прибыльности и рентабельности, повысит уровень конкурентоспособности.

На сегодняшний день проблеме стратегического менеджмента посвящено много работ отечественных и зарубежных ученых: Чандлера А., Друкера П., Портера М., Ансофа И., Доля П., Томпсона А., Стрикленда А. Дж., Котлера Ф., Маскона М. Х., Альберта М., Хедоури Ф., Кемпнера Т., Хасби Д., Грабовского Р., Градова О., Евдокимова Ф., Полищук Н., Царева В., Туленкова Н. Планирование деятельности экономических систем отражено в работах Акофа Р., Гейца В., Кваснюка Б., Клименюка М., Семиноженко В., Чумаченко М. и др.

Несмотря на обширные исследования, проведенные в области стратегического и внутрифирменного планирования деятельности предприятия, остаются узкие места, требующие разработки новых концептуальных подходов, в том числе и к формированию оптимального объема производства продукции в условиях конкуренции.

Цель статьи заключается в разработке концептуального подхода к формированию производственной программы выпуска продукции промышленного предприятия.

Для формирования производственной программы выпуска продукции промышленного предприятия предлагается использовать многоэтапную прогнозную модель, которая предполагает наличие у лица, принимающего решения (ЛПР), фактических исторических данных об уровнях объемов производства продукции.

Прогнозирование выполняется поэтапно:

Этап 1. Предпрогнозный фрактальный анализ временного ряда объемов продаж с целью оценки его трендоустойчивости и глубины памяти.

Этап 2. Прогнозирование объемов выпуска продукции в пределах определенного на предыдущем этапе максимально возможного периода упреждения.

Этап 3. Оценка адекватности прогнозной модели и формирование производственной программы выпуска продукции в рамках доверительного интервала.

Для предпрогнозного анализа целесообразно использовать статистику Херста – «нормированный размах», позволяющую установить факт присутствия тренда во временном ряде. Так называемый H -показатель Херста (1) принимая значения $H = 0,5$, говорит о случайности временного ряда (события случайны и не коррелированы); если $H \in (0,5; 1]$, то рассматриваемый временной ряд является персистентным или трендоустойчивым и характеризуется наличием долгосрочной памяти (события тем более коррелированы, чем ближе значение H -показателя к единице). Значения $H = [0; 0,5)$ указывают на антиперсистентность временного ряда и его зашумленность [3–4].

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(aN)}, \quad (1)$$

где S – среднеквадратическое отклонение ряда наблюдений x ;

R – размах накопленного отклонения;

N – число периодов наблюдений;

a – заданная константа, положительное число.

Для предпрогнозного анализа временного ряда целесообразно применить модификацию метода нормированного размаха Херста – алгоритм последовательного R/S -анализа [3].

После проведения анализа временных рядов объемов производства предшествующих периодов (с учетом корректировки данными о фактических объемах продаж), осуществляется прогноз на будущие периоды с целью оценки оптимальной производственной программы. Используется как точечная оценка прогноза при помощи линий тренда на основе нескольких регрессионных моделей для оценки общего характера тенденций развития производства, так и интервальный прогноз с учетом сезонного характера производства на предприятии.

Для точечной оценки прогноза с целью полномасштабного представления результатов прогнозирования целесообразно использовать комплекс моделей регрессии: линейную, степенную, экспоненциальную и гиперболическую.

Кроме того, прогноз предполагает проведение процедуры верификации – проверки уровня достоверности, подлинности полученного варианта прогноза. Проводится проверка адекватности прогностической модели и построение доверительного интервала.

В модели учтено, что экстраполяция дает точечную оценку прогноза, и точное совпадение фактических и прогнозных значений является маловероятным. Причины погрешности кроются в субъективности выбора формы кривой и параметров кривой, в ограниченном количестве наблюдений, каждое из которых содержит случайную компоненту. Погрешность отражается в виде доверительного интервала прогноза, а для оценки качества модели используется коэффициент детерминации.

Кроме того для повышения качества прогноза параллельно с классическими регрессионными моделями используется метод Хольта-Уинтерса, который может учитывать как общий тренд, так и сезонность.

Модель Хольта-Уинтерса является расширением метода Хольта до трехпараметрического экспоненциального сглаживания. Это значит, что метод характеризуется тремя параметрами, которые должны быть эффективно подобраны для получения наиболее точного прогноза. Модель Хольта-Уинтерса позволяет учесть сезонность в мультипликативном и аддитивном вариантах.

Мультипликативная модель прогнозирования Хольта-Уинтерса примет вид:

$$F_{t+h} = (a_t + h \cdot b_t) \cdot S_{t-p+1+(h-1) \bmod p}, \quad (2)$$

где a_t – параметр прогноза, очищенный от влияния тренда и сезонности:

$$a_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-p}} \right) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}); \quad (3)$$

h – номер периода, на который строится прогноз;

α – общий коэффициент сглаживания;

b_t – параметр тренда:

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1}; \quad (4)$$

t – индекс текущего наблюдения;

β – коэффициент сглаживания тренда;

S_t – сезонный профиль:

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{a_t} \right) + (1 - \gamma) \cdot S_{t-p}; \quad (5)$$

p – период сезонности;

γ – сезонный коэффициент сглаживания.

Начальным этапом использования модели Хольта-Уинтерса является инициализация исходного набора параметров.

Предположим линейный характер тенденции временного ряда. Тогда начальные значения параметра S определяются по формуле:

$$S_{t-p} = \frac{1}{2} \left(\frac{y_t}{\hat{y}_t} + \frac{y_{t+p}}{\hat{y}_{t+p}} \right), \quad (6)$$

где y_t, \hat{y}_t – фактическое и расчетное значения показателей в ряду динамики;

p – период сезонности.

Коэффициенты сглаживания α, β, γ подбираются методом оптимизации.

Оптимизационная функция представляет собой стремящуюся к минимуму среднюю квадратическую ошибку модели:

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (F_t - y_t)^2 \rightarrow \min, \\ 0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1, \quad (7)$$

где y_t, F_t – фактическое и рассчитанное значения показателей в ряду динамики;

n – общее число наблюдений;

α, β, γ – коэффициенты сглаживания.

Так как оптимизированы должны быть одновременно три переменные α, β и γ , а также зависящая от них средняя квадратическая ошибка, то применяется метод оптимизации в четырехмерном пространстве – метод покоординатного спуска Гаусса-Зейделя [5].

Для оценки адекватности генерируемых моделью Хольта-Уинтерса значений необходимо оценить точность модели и проанализировать автокорреляцию случайных отклонений для исключения неадекватных данных.

Точность получаемых значений может быть оценена с помощью показателя относительной погрешности:

$$\bar{E}_{OTH} = \frac{1}{n} \sum \frac{|E_t|}{y_t} \times 100\% = \frac{1}{n} \sum \frac{|F_t - y_t|}{y_t} \times 100\%, \quad (8)$$

где E_t – отклонение расчетного значения модели от фактического;

y_t, F_t – фактическое и расчетное значения временного ряда.

Если данный показатель принимает значения меньше 5 %, условие точности выполняется, модель отображает функционал, иначе, чем выше \bar{E}_{OTH} , тем ненадежней данные.

Оценить наличие автокорреляции в ряду случайных отклонений позволяет критерий Дарбина-Уотсона:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (E_t - E_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n E_t^2} \approx 2(1 - \rho_1), \quad (9)$$

где E_t – отклонение расчетного значения модели от фактического;

ρ_1 – коэффициент автокорреляции первого порядка.

Согласно представленному концептуальному підходу к прогнозуванню об'ємів виробництва продукції сформуємо виробничу програму випуску цементу (рис. 1).

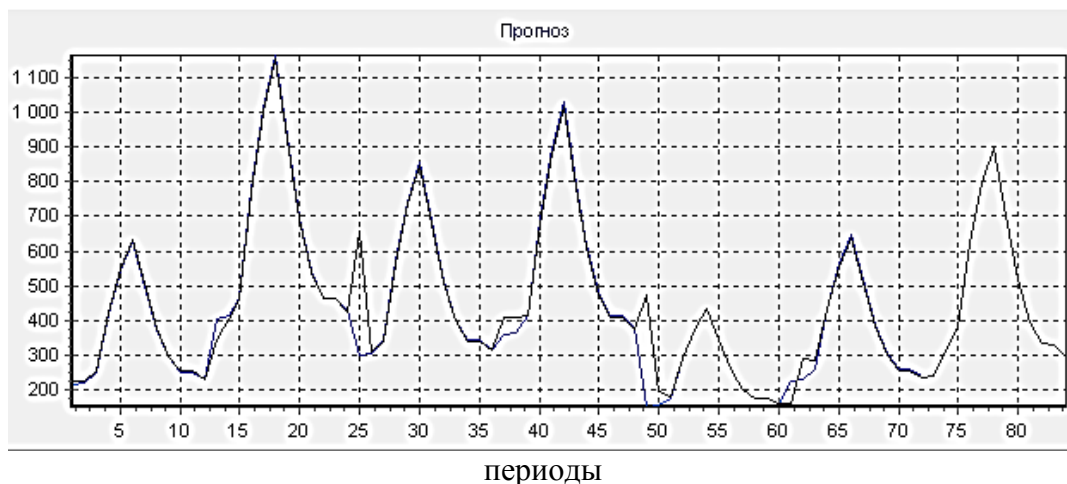


Рис. 1. Факт и прогноз по объемам производства ШПЦ Ш/А-Ш-400, т

При этом оценка адекватности полученного прогноза составит (рис. 2):

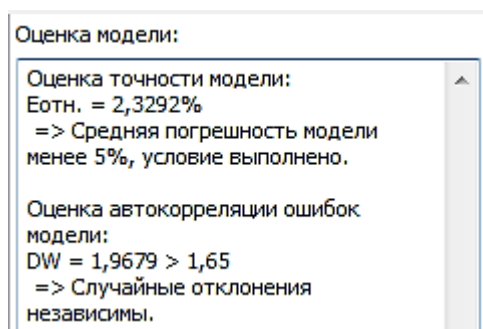


Рис. 2. Оценка адекватности и наличия автокорреляции

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате оценки временных рядов объемов производства и проведения прогноза их значений на полученный в результате анализа период упреждения, ЛПР при помощи предложенного прогнозного инструментария может принять решение об объемах производства продукции на будущие периоды в рамках формирования производственной программы выпуска. Данные значения могут стать количественным обоснованием формирования производственной стратегии развития любого промышленного предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаркіна Г. В. *Моделі та методи планування соціально-економічного розвитку індустріального регіону* / Г. В. Макаркіна : монографія. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 280 с.
2. Царев В. В. *Внутрифирменное планирование* / В. В. Царев. – СПб. : Питер, 2002. – 496 с.
3. Максишко Н. К. *О двух подходах к R/S-анализу временных рядов* / Н. К. Максишко, В. А. Перепелица // *Вісник Східноукраїнського університету ім. Володимира Даля*. – 2005. – № 5(87). – С. 134–140.
4. Максишко Н. К. *Про застосування алгоритму послідовного R/S-аналізу для одержання нечіткої оцінки глибини пам'яті часового ряду* / Н. К. Максишко // *Вісник Львівського університету*. – 2006. – С. 516–521.
5. Васильев Ф. П. *Методы оптимизации : В 2-х кн. Кн. 1 : учебник* / Ф. П. Васильев. – МЦНМО, 2011 г. – 620 с.