

УДК 338

**СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)**

**COMPARISON OF MODELS TO PREDICT SEASONAL FLUCTUATIONS  
(FOR EXAMPLE TEXTILE INDUSTRY)**

*В.Н. КРАЕВ, С.М. БАШАРИНА, И.В. ФРОЛОВА*  
*V.N. KRAEV, S.M. BASHARINA, I.V. FROLOVA*

**(Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
Южный федеральный университет)  
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs,  
Southern Federal University)  
E-mail: vladimir.kraev2011@yandex.ru**

*Предложен ряд моделей прогнозирования сезонных колебаний перевозок грузов автомобильным транспортом и проведено сравнение их эффективности.*

*A number of models to predict seasonal fluctuations in transportation of goods by road and a comparison of their efficiency.*

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, сезонность, прогнозирование, модель, эффективность.

**Keywords:** road transport, seasonality, forecasting, model, efficiency.

Математическое и статистическое изучение периодических колебаний имеет большое значение для научно обоснованного управления.

Разработана большая группа методов прогнозирования сезонности:

- методы авторегрессии, учитывающие взаимосвязь членов временного ряда;
- методы, основанные на построении многофакторных корреляционно-регрессионных моделей;
- методы фиктивных переменных;
- прогнозирование сезонности на основе рядов Фурье;

– методы, основанные на разложении сезонного ряда на компоненты: главную тенденцию, сезонные колебания и случайную составляющую; получаем при аддитивной связи модель вида  $Y_t = \bar{Y}_t + J$  и при мультипликативной связи – модель  $Y_t = \bar{Y}_t J$ , где  $Y_t$  – оценка показателя по тренду;  $J$  – величина сезонного колебания.

Мы остановили выбор на методах пятой группы. Основное преимущество этих методов в том, что они не требуют большого количества исходной информации. В прогнозировании участвуют только наблюдения временного ряда и параметр времени. Результаты прогноза имеют вполне приемлемую степень точности для прогнозирования размеров перевозок грузов на уровне АТП (объединения).

Как известно, сезонные временные ряды можно разложить на тенденцию, которая характеризует общее изменение анализируемого ряда за определенный промежуток времени, называемый периодом предыстории, сезонные волны, характеризующие более или менее регулярные изменения временного ряда в зависимости от времени года, а также изменения, регулярно повторяющиеся через определенные промежутки времени, и случайные колебания, действующие без четко выраженного периода.

В качестве уравнения тренда в модели можно выбрать различные виды функций, в зависимости от которых будут получаться различные варианты прогноза. В этом разделе рассматриваются возможности применения трех моделей краткосрочного прогнозирования (МКП). Применение этих трех моделей вызвано следующими обстоятельствами.

Анализируя динамику размеров перевозок по автотранспортным предприятиям в квартальном разрезе, было выделено три типа сезонности: достаточно четкие сезонные колебания и нелинейная главная тенденция (МКП-1); развитие процесса перевозок происходит по экспоненциальному закону (МКП-2); сезонные колебания сильно искажены случайной составляющей (МКП-3). Разработанные модели учитывают эти типы сезонности.

В общем виде МКП-1 выглядит следующим образом:

$$Y_{t,k} = f(t) J_k,$$

где  $Y_{t,k}$  – величина размеров перевозок в момент времени  $t$  для квартала  $k$ ;  $J_k$  – средний индекс сезонности  $k$ -го квартала.

Для расчетов индексов сезонности сначала вычисляются показатели сезонности процентированием эмпирических данных к теоретическим, то есть выравненным по уравнению тренда  $J = \frac{Y}{\bar{Y}}$ . Затем для повышения устойчивости индексов сезонности в ранжированном ряду показателей сезонности отбрасываются минимальные и максимальные значения, а из остальных берется средняя.

Для построения МКП-1 используем отчетные данные о распределении объемов перевозок по кварталам по автотранспортному предприятию г. Судогды (рис. 1 – прогнозирование сезонных колебаний с помощью МКП-1: 1 – фактические уровни временного ряда; 2 – теоретические уров-

ни временного ряда; 3 – уровни ряда, выравненные по тренду; ЗП – зона прогноза).

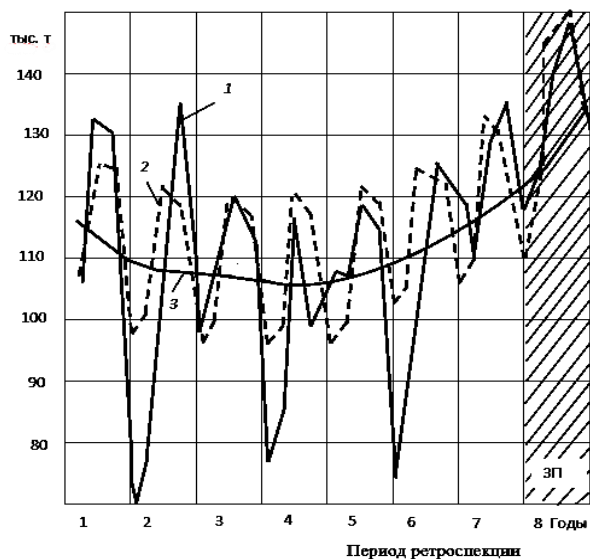


Рис. 1

Анализ графика позволяет сделать первые предварительные замечания об изменении уровня объема перевозок и вида тренда. Во временном ряду искомого показателя наблюдаются регулярные повторения определенных изменений, причем минимальные объемы приходят на 1 и 4-й кварталы, максимальные – на 2 и 3-й. Вместе с тем основная тенденция имеет явно нелинейный характер. Таким образом, имеются все предпосылки для использования МКП-1 для прогнозирования.

Тренд нашего ряда достаточно хорошо аппроксимируется полиномом второй степени (выбор полинома осуществлялся по критерию Фишера):

$$Y = 104,3 + 0,2i + 0,23i^2, \quad i = 2t - (N + 1).$$

Индексы сезонности рассчитывались по расположению, что позволяет избежать

влияния крайних значений. Рассчитанные таким способом индексы сезонности приняли вид:

$$J_I = 0,929; J_{II} = 1,098; J_{III} = 1,099; J_{IV} = 0,899$$

и модель МКП – 1:

$$\begin{aligned} Y_I &= 0,929 (104,3 + 0,2i + 0,023i^2), \\ Y_{II} &= 1,098 (104,3 + 0,2i + 0,023i^2), \\ Y_{III} &= 1,099 (104,3 + 0,2i + 0,023i^2), \\ Y_{IV} &= 0,889(104,3 + 0,2i + 0,023i^2). \end{aligned}$$

Предполагая, что выявленная тенденция сохранится и в будущие периоды, можно использовать полученную модель в целях прогноза. В табл. 1 приведены фактические и прогнозируемые уровни объемов перевозок на следующий год в тыс. т, отклонения прогнозных оценок от фактических, среднеквартальная и среднегодовая ошибка прогноза.

Сопоставление фактических и прогнозных уровней объемов перевозок позволяет сделать вывод о том, что МКП-1 вполне пригодна для прогнозирования сезонных колебаний на уровне ЛТП. Выравненные по тренду и прогнозные по модели уровни объемов перевозок приведены на рис. 1.

Перейдем к рассмотрению МКП-2, которая предполагает развитие прогнозируемого показателя по экспоненциальному закону. В общем виде МКП-2 записывается:

$$\bar{Y}_{t,k} = a q^{k+m(t-1)} I_k,$$

где  $a$  – параметр функции;  $k$  – номер квартала;  $t$  – номер года;  $m = 4$ .

Эта функция представляет собой экспоненциальную функцию, умноженную на соответствующий индекс сезонности.

Т а б л и ц а 1

Квартал	Объем перевозок		Отклонение, % прогноз - факт	Среднеквартальное отклонение, %	Годовое отклонение, %
	фактический	прогнозируемый			
1	125,5	120,8	-3,7	3,6	0,5
2	140,0	146,2	4,4		
3	148,0	150,2	1,5		
4	131,0	124,6	-4,9		

В качестве примера построения и использования в целях прогнозирования модели МКП-2 взяты отчетные данные об объемах перевозок по Департаменту транспорта администрации Владимирской области (рис. 2 – прогнозирование сезонных колебаний с помощью МКП-2: 1 – фактические уровни; 2 – теоретические уровни; ЗП – зона прогноза).

Модель МКП-2 дает вполне удовлетворительные результаты и может быть использована в целях прогнозирования. Фактические, выравненные по модели и прогнозные уровни временного ряда показаны

на рис. 2 и в табл. 2 (прогнозирование сезонных колебаний с помощью МКП-2).

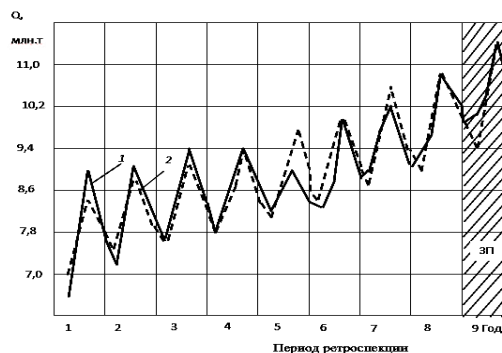


Рис. 2

Т а б л и ц а 2

Квартал	Объем перевозок		Отклонение, %, прогноз - факт	Среднеквартальное отклонение, %	Годовое отклонение, %
	фактический	прогнозируемый			
1	10,0	9,35	-6,5	3,3	3
2	10,5	10,2	-2,9		
3	11,4	11,2	-1,8		
4	10,3	10,1	-2,0		

После рассмотрения моделей краткосрочного прогнозирования, в которых перспективные оценки находятся умножением величины периодического колебания на функции тренда – МКП-1 и МКП-2, рассмотрим модель краткосрочного прогноза МКП-3, в которой эти величины складываются. Эта модель основана на применении метода экспоненциального сглаживания, в котором каждому наблюдению придается разный вес в зависимости от места, занимаемого им во временном ряду.

Эта модель строится на соотношениях, связывающих текущие значения членов временного ряда и их предыдущие значения [1].

Результаты расчетов приведены на рис. 3 (прогнозирование сезонных колебаний с помощью МКП-3: 1 – фактические уровни временного ряда; 2 – теоретические уровни временного ряда; ЗП – зона прогноза) и в табл. 3 (прогнозирование сезонных колебаний с помощью МКП-3).

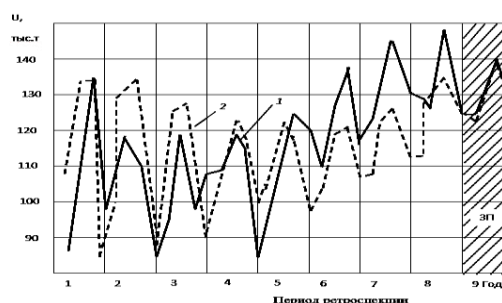


Рис. 3

Т а б л и ц а 3

Квартал	Объем перевозок		Отклонение, %, прогноз - факт	Среднеквартальное отклонение, %	Годовое отклонение, %
	фактический	прогнозируемый			
1	122,7	121,1	-1,4	1,5	0,8
2	128,4	127,4	-0,8		
3	138,9	140,9	1,4		
4	131,0	127,6	-2,3		

## ВЫВОДЫ

Установлено, что все разработанные модели можно применять для прогнозиро-

вания сезонных колебаний в текстильной промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Brown R.G.* Smoothing. Forecasting and Prediction of Discret Time Series. – Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey, 1965.

2. *Klein L.R.* The Estimation of Distributed Lags // *Econometrica*. – Oct.1958.

3. *Ladd G.W.* Regression Analysis of Seasonal Data // *Journal of the ASA*. – June 1964.

## REFERENCES

1. *Brown R.G.* Smoothing. Forecasting and Prediction of Discret Time Series. – Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey, 1965.

2. *Klein L.R.* The Estimation of Distributed Lags // *Econometrica*. – Oct.1958.

3. *Ladd G.W.* Regression Analysis of Seasonal Data // *Journal of the ASA*. – June 1964.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВЛГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 26.10.16.

---