

А. С. Поздняков

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХОЛЬТА-ВИНТЕРСА ПРИ АНАЛИЗЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДИНАМИКИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Аннотация. В статье рассматривается метод Хольта-Винтерса и его применение при анализе и прогнозировании динамики временных рядов. Представлен алгоритм прогнозирования по данному методу, приведен пример использования данного метода, а также его преимущества и недостатки.

Ключевые слова: метод Хольта-Винтерса, прогнозирование, временной ряд, анализ динамики, точность прогноза.

В связи с растущей неопределенностью внешней среды, увеличением рыночной конкуренции возникает необходимость в наиболее качественном принятии управленческих решений в области стратегического и тактического планирования. Также, ввиду наибольшего распространения интегрированного планирования на предприятиях и в цепях поставок, растет важность составляющей прогнозирования в системе планирования.

К сожалению, применение отдельных методов прогнозирования не приводит к оптимальному и достаточно точному результату, поскольку прогнозы могут учитывать не только факторы, оказывающее влияние на предмет прогнозирования, но и различные составляющие прогноза, такие как его основная тенденция развития, сезонная и циклические составляющие, случайная компонента [3].

Одним из методов, учитывающим несколько составляющих прогноза, является метод Хольта-Винтерса. Метод Хольта-Винтерса — это трехпараметрическая модель прогноза, которая учитывает:

- сглаженный экспоненциальный ряд;
- тренд;
- сезонность.

Алгоритм расчета по методу Хольта-Винтерса

Рассчитывается экспоненциально-сглаженный ряд по формуле

$$L_i = \frac{k \cdot y_i}{S_{i-s}} + (1+k) \cdot (L_{i-1} - T_{i-1}), \quad (1)$$

где S_{i-s} – коэффициент сезонности предыдущего периода.

Сезонность в первом периоде равна 1.

Определение значения тренда

Оценивается сезонность:

$$S_i = \frac{q \cdot y_i}{L_i} + (1-q) \cdot S_{i-s}, \quad (2)$$

где S_i – коэффициент сезонности для текущего периода;

q – коэффициент сглаживания сезонности (задается вручную и находится в пределах от 0 до 1);

S_{i-s} – коэффициент сезонности за этот же период в предыдущем сезоне.

Осуществляется прогнозирование по методу Хольта-Винтерса

Прогноз на p периодов вперед рассчитывается по формуле

$$\hat{Y}_{i-p} = (L_i + p \cdot T_i) \cdot S_{i-s+p}, \quad (3)$$

где \hat{Y}_{i-p} – прогноз по методу Хольта-Винтерса на p периодов вперед;

S_{i-s+p} – коэффициент сезонности за этот же период в последнем сезоне.

Проанализируем и составим прогноз динамики перевозок изделий из черных металлов станции Екатеринбург-Товарный за 2014–2015 гг. с использованием данного метода. Расчеты по методу Хольта-Винтерса представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетная таблица для метода Хольта-Винтерса

Период		Объем (тонн)	Экспоненциально-сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
		Y_i	L_i	T_i	S_i
2014	Январь	02	2802,00	0,00	1,00
	Февраль	3582	2958,00	46,80	1,00

Период		Объем (тонн)	Экспоненциально-сглаженный ряд	Значение тренда	Коэффициент сезонности в предыдущем периоде
		Y_i	L_i	T_i	S_i
2014	Март	22	3188,24	101,83	1,00
	Апрель	3199	3271,86	96,37	1,00
	Май	2390	3172,58	37,67	1,00
	Июнь	3189	3206,00	36,40	1,00
	Июль	3114	3216,72	28,69	1,00
	Август	3270	3250,33	30,17	1,00
	Сентябрь	5289	3682,20	150,68	1,00
	Октябрь	3622	3790,71	138,03	1,00
	Ноябрь	3687	3880,39	123,52	1,00
	Декабрь	3298	3862,73	81,17	1,00
2015	Январь	2503	3655,72	-5,29	0,78
	Февраль	3629	3646,14	-6,57	1,00
	Март	5614	4034,46	111,89	1,27
	Апрель	5292	4375,48	180,63	1,15
	Май	3582	4361,29	122,19	0,87
	Июнь	4886	4563,98	146,34	1,05
	Июль	6491	5066,46	253,18	1,20
	Август	6147	5485,11	302,82	1,08
	Сентябрь	5071	5644,54	259,80	0,93
	Октябрь	4615	5646,48	182,44	0,87
	Ноябрь	4861	5635,34	124,37	0,90
	Декабрь	5592	5726,16	114,31	0,98

В табл. 2, представлены значения, полученные при прогнозировании по методу Хольта-Винтерса на 6 месяцев вперед:

Таблица 2

Результаты прогноза по методу Хольта-Винтерса

Год	Месяц	Период	Прогнозный объем (тонн)
2016	Январь	1	4551,34
	Февраль	2	5935,18
	Март	3	7732,37
	Апрель	4	7090,04
	Май	5	5509,99
	Июнь	6	6728,69

Графическая интерпретация прогноза представлена на рис. 1:



Рис. 1. Графическая интерпретация прогноза по методу Хольта-Винтерса

Для метода Хольта-Винтерса также необходимо оценить точность прогноза. Точность прогноза рассчитывается по следующему алгоритму.

Расчет значений прогнозной модели

Значение прогнозной модели рассчитывается по формуле

$$\bar{y}_i = L_{i-1} + T_{i-1}, \tag{4}$$

где \bar{y}_i – значение прогнозной модели для i -го периода.

Расчет ошибки модели

Ошибка модели находится по формуле

$$\gamma_i = y_i - \bar{y}_i, \quad (5)$$

где γ_i – ошибка модели для i -го периода.

Расчет точности прогноза

Для этого определяется отклонение ошибки модели от прогнозной модели:

$$\Delta\gamma_i = \frac{\gamma_i^2}{y_i^2}. \quad (6)$$

Точность прогноза находится как единица минус среднее значение отклонений ошибок модели от прогнозной модели [4].

Для оценки точности прогноза коэффициенты подбираются вручную и для данного временного ряда они составляют: $k - 0,2$, $b - 0,3$ и $q - 0,7$.

Оценка точности прогноза представлена в табл. 3.

Таблица 3

Расчет оценки точности прогноза по методу Хольта-Винтерса.

Оценка точности прогноза			
Прогноз для оценки модели	Ошибка модели	Отклонение ошибки модели от прогнозной модели	Точность прогноза
2802,00			94,41 %
2802,00	780,00	0,0474	
3004,80	917,20	0,0547	
3290,07	-91,07	0,0008	
3368,23	-978,23	0,1675	
3210,25	-21,25	0,0000	
3242,40	-128,40	0,0017	
3245,42	24,58	0,0001	
3280,50	2008,50	0,1442	
3832,88	-210,88	0,0034	

Оценка точности прогноза			
Прогноз для оценки модели	Ошибка модели	Отклонение ошибки модели от прогнозной модели	Точность прогноза
3928,73	-241,73	0,0043	94,41 %
4003,91	-705,91	0,0458	
3943,90	-1440,90	0,3314	
3650,43	-21,43	0,0000	
3639,57	1974,43	0,1237	
4146,35	1145,65	0,0469	
4556,12	-974,12	0,0740	
4483,48	402,52	0,0068	
4710,32	1780,68	0,0753	
5319,63	827,37	0,0181	
5787,93	-716,93	0,0200	
5904,35	-1289,35	0,0781	
5828,92	-967,92	0,0396	
5759,71	-167,71	0,0009	

Данный метод обладает следующими преимуществами.

Метод Хольта-Винтерса включает в себя три составляющих: основную тенденцию развития, сезонность и экспоненциально-сглаженный ряд. Благодаря тренду с включенным экспоненциальным сглаживанием, можно не только выявить направление развития ряда динамики, но и сгладить мелкие колебания в ряду динамики для поиска частных спадов и скачков. Сезонность позволяет построить прогноз на будущие периоды с учетом данной сезонности, что наглядно показывает построенный прогноз.

Данный метод позволяет строить прогнозы на достаточно большой промежуток времени. Поскольку он учитывает несколько факторов прогнозирования, то он будет более точным при прогнозировании на длительный промежуток времени. Но данный метод имеет также следующие ограничения.

Для построения наиболее точного прогноза необходимы данные за достаточно длительный промежуток времени. Для построения наиболее точного прогноза желательно использовать данные за 4–5

прогнозных периода. Соответственно, чем больше временных данных, тем на более долгий период вперед должен быть осуществлен прогноз.

Для данного метода необходимо проводить дополнительную оценку точности прогноза. Приведенный ранее алгоритм применяется только для оценки прогноза по данному методу, поскольку коэффициенты k , b и q подбираются вручную и напрямую влияют на текущую оценку.

Метод Хольта-Винтерса может применяться:

– при стратегическом планировании: построение основной тенденции развития (тренда) позволяет учитывать восходящую или нисходящую динамику исследуемого явления. Например, в данном случае ярко видна возрастающая тенденция развития перевозок черных металлов, на что в будущем могут сказаться имеющиеся мощности предприятий-перевозчиков (наращивание парка вагонов для их перевозки);

– при оперативном и тактическом планировании: выявленная сезонная составляющая позволяет сказать о неравномерности распределения объемов по месяцам по отношению к данной динамике. Это нужно учитывать при составлении планов, поскольку планируемые объемы будут варьироваться из месяца в месяц. Экспоненциальное сглаживание учитывает внутренние спады и подъемы в ряде динамики. Его можно использовать при выявлении крупных спадов и подъемов заблаговременно (при применении тактического планирования) и быть к ним готовым.

Таким образом, применение данного метода имеет достаточно большую сферу применения. Данный метод основан на использовании большого объема статистических данных, что не всегда может быть актуально. Метод Хольта-Винтерса может применяться при комбинированном прогнозировании в «связке» с экспертными методами прогнозирования [1, 2].

Библиографический список

1. Бочкарев А. А. Планирование и моделирование цепи поставок : учеб.-метод. пособие / А. А. Бочкарев. – М. : Альфа-Пресс, 2008. – 192 с.
2. Кириллов В. И. Квалиметрия и системный анализ : учеб. пособие / В. И. Кириллов. – Минск : Новое знание; М. : Инфра-М, 2011. – 440 с. – (Высшее образование).

3. Пузанова И. А. Интегрированное планирование цепей поставок : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. А. Пузанова ; под ред. Б. А. Аникина. – М. : Юрайт, 2014. – 320 с.
4. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания с трендом и сезонностью Хольта-Винтерса [Электронный ресурс]. – URL: <http://4analytics.ru/prognozirovanie/prognoz-po-metodu-eksponencialnogo-sglajvaniya-s-trendom-i-sezonnostyu-xolta-vintersa> (дата обращения 20.10.2016).