

СТАТЬЯ НОМЕРА
MAIN FEATURE

УДК : 001.57; 658.818; 681.3

DOI: 10.18413/2409-1634-2019-5-2-0-1

Мельникова О.А.

МЕТОД КРОСТОНА В МОДИФИКАЦИИ СИНТЕТОСА,
БОЙЛАНА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТОВАРНЫХ ЗАПАСОВ

Профессор кафедры Управления и экономики фармации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России
Россия, 620028 г. Екатеринбург, ул. Репина 3

e-mail: newfarmacia@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается проблема прогнозирования запасных частей для медицинского оборудования с помощью оригинального метода Кростона в модификации Синтетос, Бойлана. Прогнозирование в управлении запасами для товаров, на которые спрос является неустойчивым, является основной проблемой, как при производстве, так и при поиске запасных частей к оборудованию в условиях эксплуатации. Метод Кростона не является в полной мере надёжным, из-за вводимых ограничений. В связи с этим, особую актуальность приобретают методы прогнозирования, связанные с его модификацией. В настоящей работе рассмотрена модификация Синтетос, Бойлана применительно к прогнозированию запасных частей для медицинского оборудования. В отличие от оригинального метода в работе используется модифицированная формула, в которой исключен интервал между случаями замены деталей, а использован параметр сглаживания, в связи с этим формула приобретает наибольшую точность. Представленная формула апробирована в результате использования экспериментальных данных. В заключении проводится сравнение полученных данных с данными полученными обычным методом Кростона.

Ключевые слова: прогнозирование; метод Кростона в модификации Синтетос; Бойлана, планирование запасов; медицинская техника, запасные части.

О.А. Melnikova

CROSTON'S METHOD IN THE MODIFICATION
OF SYNTETOS AND BOYLAN FOR
FORECASTING INVENTORIES

Professor of the Department of Management and Economics of Pharmacy
"Ural State Medical University" of the Ministry of Health of Russia Russia, 620028,
Yekaterinburg, ul. Repin 3

e-mail: newfarmacia@mail.ru

Abstract

This paper discusses the problem of forecasting the demand for spare parts for medical equipment using the original Croston method in the modification of Sintetos and

Boylan. Forecasting in inventory management for products for which demand is unstable is the main problem, both in the production and in the search for spare parts for equipment under operating conditions. Croston's method is not fully reliable, due to the restrictions imposed. In this regard, forecasting methods associated with its modification are of particular relevance. In the present work, a modification of Sintetos and Boylan is considered with reference to forecasting the demand for spare parts for medical equipment. In contrast to the original method, a modified formula is used in the work, in which the interval between the cases of replacement of parts is excluded, and the smoothing parameter is used, and therefore the formula acquires the greatest accuracy. The presented formula was tested as a result of using experimental data. In conclusion, the obtained data is compared with the data obtained by the usual Croston method.

Key words: Forecasting; Croston's method in the modification of Sintetos; Boylan; inventory planning; medical equipment; spare parts.

Введение

Развитие фармацевтической области и постепенное введение новых технологий в логистике и складировании играют большую роль в фармацевтическом бизнесе. Огромный ассортимент лекарственных средств обуславливает потребность в разработке методологии управления товарными запасами, поскольку для своевременного лекарственного обеспечения необходим запас лекарств [Мельникова О.А., 2018]. Результатом, который интересует любую аптечную организацию всегда является, то количество лекарственных препаратов, которые будут лежать запасе на складе и обеспечивать требуемый уровень лекарственного обеспечения. Важной задачей в этом случае является обеспечение непрерывности процессов логистической доставки, хранения и отпуска лекарственных препаратов. Товарный поток обладает некоторыми факторами. Это дискретность, поскольку товар поступает в определенные моменты времени, существование определенной квотируемости продукции, зависимость поставки товара от спроса, объема поставок, длительности между интервалами, зависимость товаров от колебания спроса. Понимая все выше обозначенные факторы, множество научных работ посвящается созданию определенных теорий управления запасами [Иванько Р.С., 2005].

Однако актуальным всё же остаётся вопрос прогнозирования спроса, когда стан-

дартные способы моделирования не подходят. К таким ситуациями относятся ситуации спроса на товар с наличием интервалов, в которых значение спроса может быть равно нулю, а также невозможность построить модель и выделить тренд прогноза [Sani B., 1995]. Естественно, что если модель можно было бы построить и формально описать, то проведение экстраполяции и поиск её математического выражения в конечном итоге и привело бы к прогнозу. Однако на практике наиболее распространены модели с прерывистым спросом, в результате чего всё равно существуют определенные логические трудности при применения классических методов. Метод Кростона является одним из наиболее часто применяемых методов прогнозирования [Croston J. D.1972, Croston J. D. 1996, Willemain T.R., Smart C.N., Shocker J. H. and De Sautels P.A. 1994]. Однако и у него кроме налагаемых ограничений имеются и недостатки, прежде всего это точечный прогноз, который делает невозможным вычисление доверительных интервалов и доверительной вероятности. В связи с этим возникает необходимость поиска модификации метода Кростона [Johnston F. R, Boylan J. E. and Shale E. A.2003, Syntetos, A.A., Boylan, J.E.2010]. В этой статье мы рассмотрим применение *модификации метода Кростона (Syntetos и Boylan Approximation)* применительно к спросу в запасных частях для медицинской техники [Syntetos A. A, Boylan J. E. and Croston J. D.2005].

Рассмотрим суть приближения, выдвигаемую авторами **Syntetos, Boylan**. Данная модификация используется для моделей с неустойчивым прогнозированием, в его основе лежит формула:

$$E(F_{(t)}) = \frac{\mu}{p} \left[1 + \frac{\alpha}{2-\alpha} * \frac{p-1}{p} \right]$$

где μ – среднее значение в запасных деталях
 p – значение между случаями замены деталей при α равное 1 формула приобретёт вид:

$$E(F_{(t)}) = \mu \left[-\frac{1}{p-1} * \ln \frac{1}{p} \right]$$

Тогда пренебрегая показателем $(p-1)/p$ авторы предложили формулу

$$F_{(t+1)} = \left[1 - \frac{\alpha}{2} \right] * \frac{Z_t}{P_t}$$

Ожидаемо, что эта новая формула будет работать лучше, так как $(p-1) / p$ становится ближе к единице, то есть как

вероятность $1/p$ замены запасной части в данный период становится меньше, что приводит к более правильным результатам [Johnston F. R. and Boylan J. E. 2010. Shale, E.A., Boylan, J.E., Johnston, F.R. 2006].

Параметр сглаживания α зависит от предшествующих наблюдений. При значении параметра равном единице учитываются только величины последних наблюдений, в то же время нулевое значение параметра сглаживания свидетельствует о учете в прогнозе всех периодов [Teunter, R.H., Syntetos, A.A., Babai, M.Z., 2011, Rao A.V., 1973]. В сданных расчётах мы учитывали параметр сглаживания равный 0.4.

Основная часть

Рассмотрим результаты аукционов по ремонту медицинской техники, а именно данные о замене прокладки парогенератора (Стерилизатор паровой «ГК-100-3»). Полученные с сайта [\[http://www.zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html\]](http://www.zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html).

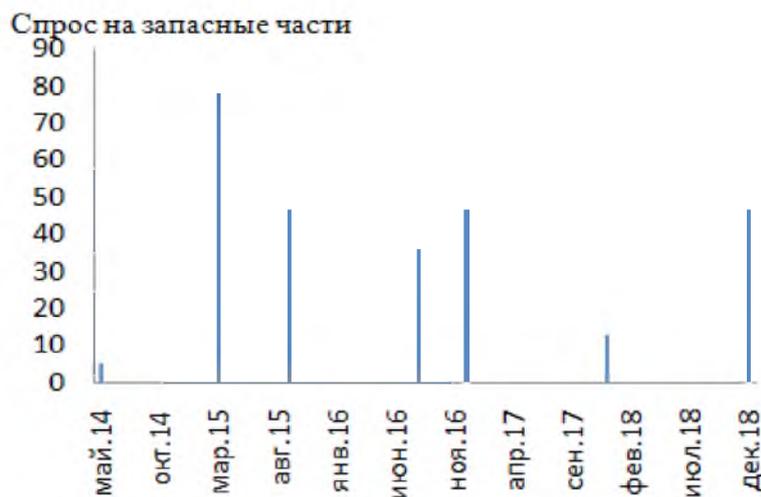


Рис. 1. Данные о замене прокладки парогенератора (Стерилизатор паровой «ГК-100-3»)

Fig. 1. Information on the replacement of the steam generator gasket (Steam sterilizer "GK-100-3")

Первичные данные из рисунка 1 переведем в формат Excel и построим таблицу.

	A	B	C	D	E	F	G
40	июн.14	1	5	0,0625	8	0,625	8
41	июл.14	2	0	0,0625	1	0,625	8
42	авг.14	3	0	0,0625	2	0,625	8
43	сен.14	4	0	0,0625	3	0,625	8
44	окт.14	5	0	0,0625	4	0,625	8
45	ноя.14	6	0	0,0625	5	0,625	8
46	дек.14	7	0	0,0625	6	0,625	8
47	январ.15	8	0	0,0625	7	0,625	8
48	февр.15	9	0	0,0625	8	0,625	8
49	мар.15	10	78	3,007143	9	31,575	8,4
50	апр.15	11	0	3,007143	1	31,575	8,4
51	май.15	12	0	3,007143	2	31,575	8,4
52	июн.15	13	0	3,007143	3	31,575	8,4
53	июл.15	14	0	3,007143	4	31,575	8,4
54	авг.15	15	0	3,007143	5	31,575	8,4
55	сен.15	16	47	4,058602	6	37,745	7,44
56	окт.15	17	0	4,058602	1	37,745	7,44
57	ноя.15	18	0	4,058602	2	37,745	7,44
58	дек.15	19	0	4,058602	3	37,745	7,44
59	январ.16	20	0	4,058602	4	37,745	7,44

$$=(1-\$B\$36/2)*F55/G55$$

$$=ЕСЛИ(C55>0; \$B\$37*E55+(1-\$B\$37)*G54; G54)$$

$$=ЕСЛИ(C54>0; 1; E54+1)$$

$$=ЕСЛИ(C55>0; \$B\$36*C55+(1-\$B\$36)*F54; F54)$$

Рис. 2. Фрагмент данных для расчёта методом Кростона в приближении Syntetos и Boylan и методика расчёта

Fig. 2. A fragment of data for calculation with the Croston method in Syntetos and Boylan approximation and the method of calculation

На основании данных представленных на рисунке 3 был построен прогнозный тренд в запасных частях для прокладки парогенератора.

Видно, что в прогнозе запасных частей

существуют определённые «окна». Структурирование данных из рисунка 6, а также расчёт дополнительных данных для датчика кислорода и прокладок парогенератора представлены в таблице 3.

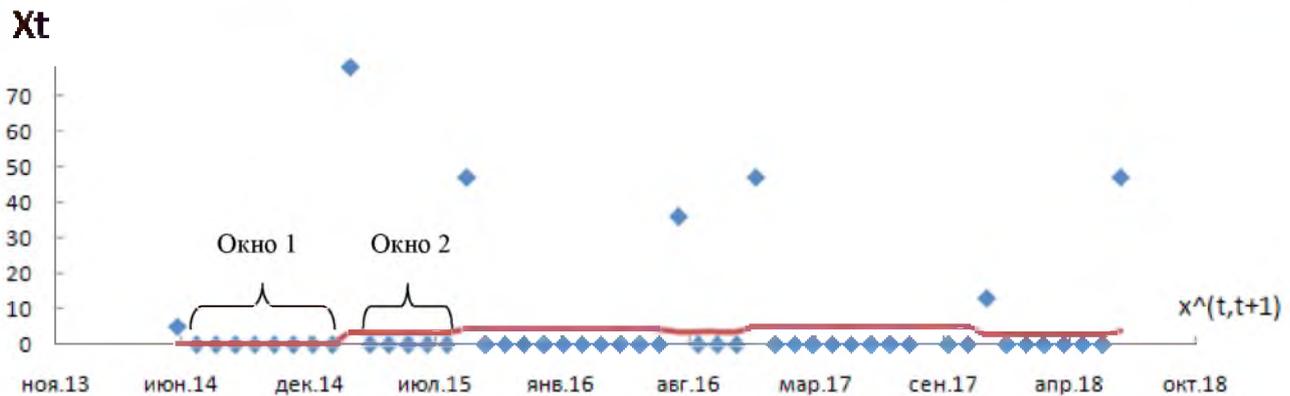


Рис. 3. Прогнозирование спроса по методу Кростона в приближении Syntetos и Boylan
Fig. 3. Demand forecast by the Krostona method in Syntetos and Boylan Approximation

Таблица 3

Суммарная таблица прогнозирования спроса в запасных частях на медицинскую технику по методу Кростона в приближении Syntetos и Boylan Approximation и обычным методом Кростона

Table 3

The total table of the forecast demand for spare parts for medical equipment with the Krostona method in Syntetos and Boylan approximation and the usual Krostona method

Наименование запасной части	Окно 1	Окно 2	Окно 3	Окно 4	Окно 5	Окно 6	Окно 7	Среднее значение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кростон в приближении Syntetos и Boylan Approximation	0,0625	3	4,06	3,34	4,74	2,66	3,6	3,0
Обычный метод Кростона	0,07813	2,9	3,9	3,9	4,88	3,52	4,28	3,36

Заключение

Таким образом, видно, что применение метода Кростона в приближении Syntetos и Boylan Approximation даёт лучшие результаты.

В работе представлена методика прогнозирования на основе метода Кростона в модификации Синтетос, Бойлана. Данная методика позволяет спрогнозировать потребность в запасных частях для медицинского оборудования. На взгляд авторов она является более точной и способна давать лучшие результаты, чем оригинальный метод.

Список литературы

1. Мельникова, О.А., 2018. Модель прогнозирования потребности в непродовольствен-

ных товарах на примере лекарственных средств// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2018. Т.45. №1. С.86-92.

2. Иванько, Р.С., 2005. Прогнозирование прерывистого спроса: теория и практика вычислений // Экономика и Финансы № 12. – М.: ФНИП, 2005 (1п.л.)

3. Sani B., 1995. Periodic inventory control systems and demand forecasting methods for low demand items, Unpublished Ph.D. Thesis, Lancaster University, 1995.

4. Croston J. D., 1972. Forecasting and stock control for intermittent demands," Operational Research Quarterly, vol.23, no.3, pp.289-303, 1972.

5. Croston J. D., 1996. Croston's method comment," International Journal of Forecasting, vol.12, no.2, pp. 297-298, 1996.

6. Johnston F. R, Boylan J. E. and Shale E. A., 2003. "An examination of the size of orders from customers, their characterization and the implications for inventory control of slow moving items," *Journal of the Operational Research Society*, vol.54, no.8, pp.833-837, 2003.

7. Syntetos, A.A., Boylan, J.E., 2001. On the bias of intermittent demand estimates. *Int. J. Prod.Econ.* 71(May(1-3)), 457-466. – 2001.

8. Syntetos A. A. and Boylan J. E., 2010. "On the variance of intermittent demand estimates," *International Journal of Production Economics*, vol.128, no.2, pp.546-555, 2010.

9. Syntetos A. A, Boylan J. E. and Croston J.D., 2005. "On the categorization of demand patterns," *Journal of the Operational Research Society*, vol.56, no.5, pp.495-503, 2005.

10. Johnston F. R. and Boylan J. E., 2010. "Forecasting intermittent demand: A comparative evaluation of Wallstrom P. and Segerstedt A., "Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand," *International Journal of Production Economics*, vol.128, no.2, pp.625-636, 2010.

11. Shale, E.A., Boylan, J.E., Johnston, F.R., 2006. Forecasting for intermittent demand: the estimation of an unbiased average. *J. Oper.Res.Soc.* 57, 588–592. 2006.

12. Teunter, R.H., Syntetos, A.A., Babai, M.Z., 2011. Intermittent demand: linking forecasting to inventory obsolescence. *Eur.J. Oper.Res.* 214(3), 606–615. 2011.

13. Rao A.V., 1973. "A comment on 'Forecasting and stock control for intermittent demands'," *Operational Research Quarterly*, vol.24, no.4, pp.639-640, 1973.

14. Willemain T.R., Smart C.N., Shocker J. H. and De Sautels P.A., 1994. "Forecasting intermittent demand: A comparative evaluation of Croston's method," *International Journal of Forecasting*, vol.10, no.4, pp.529-538, 1994.

References

1. Melnikova, O.A., (2018). The model for forecasting the need for nonfoods on the example of medicines. *Scientific bulletin of Belgorod State University. Series: Economy. Informatics.* 2018. Vol.45. №1. P. 86-92. (in Russian)

2. Ivanko, R.S., (2005). Forecasting intermittent demand: theory and practice of calculations// *Economy and Finance* No. 12. M.: FNP. (in Russian)

3. Sani B., (1995). Periodic inventory control systems and demand forecasting methods for low demand items, Unpublished Ph.D. Thesis, Lancaster University, 1995.

4. Croston J. D., (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands," *Operational Research Quarterly*, vol.23, no.3, pp.289-303, 1972.

5. Croston J. D., (1996). Croston's method comment," *International Journal of Forecasting*, vol.12, no.2, pp. 297-298, 1996.

6. Johnston F. R, Boylan J. E. and Shale E. A., (2003). "An examination of the size of orders from customers, their characterization and the implications for inventory control of slow moving items," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 54, no.8, pp.833-837, 2003.

7. Syntetos, A.A., Boylan, J.E., (2001) On the bias of intermittent demand estimates. *Int. J. Prod.Econ.* 71 (May (1-3)), 457-466. – 2001.

8. Syntetos A. A. and Boylan J. E., (2010). "On the variance of intermittent demand estimates," *International Journal of Production Economics*, vol.128, no.2, pp.546-555, 2010.

9. Syntetos A. A, Boylan J. E. and Croston J. D., (2005). "On the categorization of demand patterns," *Journal of the Operational Research Society*, vol.56, no.5, pp.495-503, 2005.

10. Johnston F. R. and Boylan J. E., (2010). "Forecasting intermittent demand: A comparative evaluation of Wallstrom P. and Segerstedt A., "Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand," *International Journal of Production Economics*, vol.128, no.2, pp.625-636, 2010.

11. Shale, E.A., Boylan, J.E., Johnston, F.R., (2006). Forecasting for intermittent demand: the estimation of an unbiased average. *J. Oper.Res.Soc.* 57, 588–592. 2006.

12. Teunter, R.H., Syntetos, A.A., Babai, M.Z., (2011). Intermittent demand: linking forecasting to inventory obsolescence. *Eur.J. Oper. Res.* 214(3), 606–615. 2011.

13. Rao A.V., (1973). "A comment on 'Forecasting and stock control for intermittent demands'," *Operational Research Quarterly*, vol.24, no.4, pp.639-640, 1973.

14. Willemain T.R., Smart C.N., Shocker J. H. and De Sautels P.A., (1994). "Forecasting intermittent demand: A comparative evaluation of Croston's method," *International Journal of Forecasting*, vol.10, no.4, pp.529-538, 1994.

Информация о конфликте интересов:
авторы не имеют конфликта интересов для де-
кларации.

Conflicts of Interest: the author has no con-
flict of interest to declare.

Мельникова О.А. – профессор кафедры
Управления и экономики фармации ФГБОУ ВО
«Уральский государственный медицинский
университет» Минздрава России

Melnikova O.A. – Professor, Department of
Management and Economics of Pharmacy, Ural
State Medical University of the Ministry of Health
of Russia