



Проблемы применения детерминированных моделей управления запасами

Мамонов В.И.¹, Полуэктов В.А.¹, Якутин Е.М.¹

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ:

Представленная статья посвящена сравнительному анализу некоторых детерминированных моделей управления запасами. Приведены результаты расчетов величин оптимальных партий поставок материальных запасов, сопутствующих им затрат на хранение, пополнение и общих затрат по поддержанию запасов. Дана интерпретация полученных результатов, определены направления дальнейших исследований в данной области.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление запасами, детерминированные модели управления запасами, затраты на поддержание запасов.

Problems of application of deterministic models of inventory management

Mamonov V.I.¹, Poluektov V.A.¹, Yakutin E.M.¹

¹ Novosibirsk State Technical University

Введение

В теории и практике управления запасами детерминированные модели традиционно относят к классу наиболее простых. В таких моделях спрос, или интенсивность потока требований материальных ресурсов, принимается либо в качестве постоянной величины, либо как минимум известной на некотором интервале времени [1] (Sterligova, 2013). Несмотря на то, что в реальных условиях такие допущения соблюдаются далеко не всегда, в некоторых случаях исходные положения детерминированных моделей вполне укладываются в механизм функционирования отдельных производственных систем. В частности, в производственных системах с известной на установленный период времени программой выпуска широко используется ряд детерминированных моделей управления запасами в структуре систем класса MRP [2] (Gavrilov, 2008). В то же время следует отметить, что отдельные характеристики и свойства таких моделей остаются практически не рассмотренными в исследованиях специалистов в данной области. Например, сравнительный анализ отдельных моделей [3] (Mauergauz, 2012) не дает представ-

ления о том, как меняется результат при изменении соотношений между затратами на хранение запасов (далее ТСС, Total Carrying Cost) и затратами на пополнение (далее ТОС, Total Ordering Cost). Также слабо изучена зависимость результатов, получаемых на основе наиболее известных детерминированных моделей, от динамики потребления запасов, разброса максимальных-минимальных значений потребности в течение анализируемого (расчетного) периода и ряд других аспектов.

Анализ результатов расчетов основных детерминированных моделей управления запасами

К наиболее распространенным детерминированным моделям управления запасами, чаще всего интегрируемым в MRP-системы, относятся:

- эвристический алгоритм Сильвера – Мила (Silver – Meal algorithm) [4] (*Silver, Meal, 1973*);
- эвристический метод Гроффа (Groff's Rule) [5] (*Groff, 1979*);
- метод баланса затрат (Part Period Balancing, PPB) [6] (*De Matteris, Mendoza, 1968*);
- метод наименьших удельных затрат (Least Unit Cost, LUC);
- метод «партия за партией» (Lot For Lot, LFL);
- метод наименьших общих затрат (Least Total Cost, LTC);
- метод экономичного размера заказа (Economic Ordering Quantity, EOQ);
- метод периодического размера заказа.

Некоторые из указанных моделей рассмотрены в [7, 8] (*Takha, 2001; Badokin, Lukinskiy, Lukinskiy, 2011*). Однако выводы, содержащиеся в указанных работах, представляются неоднозначными. Кроме того, вызывает интерес не только рассмотрение перечисленных моделей на некотором обобщенном примере, но также и их критический анализ с позиций адаптации к практическому применению.

ABSTRACT:

The article is devoted to the analysis of some deterministic models of inventory management. We give the results of calculations of the values of optimal lots of material stocks supply, associated storage costs, replenishment and the total costs of maintaining stocks. We give an interpretation of the results and define directions for the further research in this field.

KEYWORDS: inventory management, deterministic inventory management models, inventory maintenance costs

Received: 18.04.2017 / Published: 16.06.2017

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers
For correspondence: Mamonov V.I. (v.mamonov@corp.nstu.ru)

CITATION:

Mamonov V.I., Poluektov V.A., Yakutin E.M. [2017] Problemy primeneniya determinirovannykh modeley upravleniya zapasami [Problems of application of deterministic models of inventory management]. Rossiyskoe predprinimatelstvo. 18. [11]. – 1741-1750. doi: [10.18334/rp.18.11.37853](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37853)

Для рассмотрения отдельных из указанных моделей введем определенные числовые данные. Пусть некоторая производственная фирма имеет установленную программу выпуска продукции, неравномерно распределенную в течение года. Тогда потребность в производственных запасах на входе в систему (S) будет меняться каждый месяц, в зависимости от размера месячной производственной программы (табл. 1).

Предположим также, что постоянные затраты (C_0), связанные с одним пополнением запасов, т.е. в расчете на одну партию поставки, составят 2000 д.е., и они не зависят от размера партии поставки. Для проведения расчетов затрат на хранение (C_h) примем классический подход с их привязкой к стоимости единицы хранимого запаса (p). В нашем случае будем считать $p = 10$ д.е., при этом доля от цены, приходящаяся на затраты по хранению $f = 0,2$, причем указанные 20% относятся к месячному календарному отрезку.

Используем приведенные количественные данные в расчетах с привлечением методов: LUC, EOQ (простой и расширенный), LTC, алгоритм Сильвера – Мила. Подробные разъяснения содержания расчетных процедур по данным методам приводиться не будут. Поскольку они достаточно подробно изложены в ряде публикаций, посвященных проблематике управления запасами [3, 7, 8] (Mauergauz, 2012; Takha, 2001; Badokin, Lukinskiy, Lukinskiy, 2011).

Эвристический метод Гроффа, метод периодического размера заказа, метод баланса затрат будут рассмотрены в последующих публикациях по данной проблематике. Также не будет рассматриваться метод LFL, поскольку очевидно, что в условиях при-

Таблица 1

Потребность в производственных запасах в течение года

Мес.	Янв. (1)	Фев. (2)	Мар. (3)	Апр. (4)	Май (5)	Июн. (6)	Июл. (7)	Авг. (8)	Сен. (9)	Окт. (10)	Ноя. (11)	Дек. (12)	Итого
Запасы, шт.	50	80	100	120	110	90	70	60	100	120	120	110	1130

Источник: составлено авторами.

ОБ АВТОРАХ:

Мамонов Валерий Иванович, заведующий кафедрой экономической информатики, доцент кафедры менеджмента, кандидат экономических наук, доцент (v.mamonov@corp.nstu.ru)

Полуэктов Владимир Александрович, доцент кафедры менеджмента, кандидат экономических наук, доцент (poluektov@corp.nstu.ru)

Якутин Евгений Михайлович, доцент кафедры менеджмента, кандидат экономических наук, доцент (yakutin@corp.nstu.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Мамонов В.И., Полуэктов В.А., Якутин Е.М. Проблемы применения детерминированных моделей управления запасами // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18. – № 11. – С. 1741-1750. doi: [10.18334/rp.18.11.37853](https://doi.org/10.18334/rp.18.11.37853)

веденных значений числового примера он даст наихудшие результаты по критерию общих затрат. Следует заметить, что при использовании метода LFL общие затраты на поддержание запасов (Total Inventory Cost, далее ТИС), при нулевых затратах на хранение (ТСС), складываются только из затрат на каждое пополнение запасов. В нашем случае общие затраты при методе LFL составят: $TIC = TCC + TOC = 0 + 2000 \text{ д.е.} \cdot 12 \text{ мес.} = 24\,000 \text{ д.е.}$

Здесь же можно сказать, что целесообразность применения метода LFL напрямую зависит от величины затрат на каждое пополнение запасов и применять данный метод следует только при крайне низких либо нулевых значениях C_0 .

Используя данные таблицы 1, проведем расчеты по методу наименьших удельных затрат (LUC):

$$Q_{LUC} = \frac{\sum_1^t (TOC + TCC)}{\sum_1^t S_i} \rightarrow \min,$$

где Q – партия поставки, S_i – потребность в запасах на i -й месяц в течение года. Результаты проведенных расчетов сведем в таблицу 2.

Таблица 2

Расчеты по методу LUC

месяц	S_i , шт.	Число месяцев в поставке	ТОС, д.е.	Q, шт.	ТСС, д.е.	ТИС, д.е.	Удельные затраты, д.е.
1	50	1	2000	50	0	2000	40
2	80	1-2	2000	130	160	2160	16,62
3	100	1-3	2000	230	560	2560	11,13
4	120	1-4	2000	350	1280	3280	9,37
5	110	1-5	2000	460	2160	4160	9,04
6	90	1-6	2000	550	3060	5060	9,2
6	90	6	2000	90	0	2000	22,22
7	70	6-7	2000	160	140	2140	13,38
8	60	6-8	2000	220	380	2380	10,82
9	100	6-9	2000	320	980	2980	9,31
10	120	6-10	2000	440	1940	3940	8,95
11	120	6-11	2000	560	3140	5140	9,17
11	120	11	2000	120	0	2000	16,67
12	110	11-12	2000	230	220	2220	9,65
ИТОГО:						10320	-

Источник: составлено авторами.

По критерию минимума удельных затрат в данном примере следует объединить в одну партию поставки потребности: 1–5, 6–10 и 11–12 месяца. Суммарные общие затраты на поддержание запасов при этом составят 10320 д.е.

Расчеты по методу наименьших общих затрат (LTC) проведены путем сравнения ТСС и ТОС, по периодам объединенных поставок, дающих наименьшую разницу:

$$\Delta = |ТОС - ТСС| \rightarrow \min.$$

Результаты расчетов представлены в *таблице 3*.

Таблица 3

Расчеты по методу LTC

месяц	S _i , шт.	Число месяцев в поставке	ТОС, д.е.	Q, шт.	ТСС, д.е.	Δ, д.е.	ТIC, д.е.
1	50	1	2000	50	0	2000	2000
2	80	1-2	2000	130	160	1840	2160
3	100	1-3	2000	230	560	1440	2560
4	120	1-4	2000	350	1280	720	3280
5	110	1-5	2000	460	2160	160	4160
6	90	1-6	2000	550	3060	1060	5060
6	90	6	2000	90	0	2000	2000
7	70	6-7	2000	160	140	1860	2160
8	60	6-8	2000	220	380	1620	2380
9	100	6-9	2000	320	980	1020	2980
10	120	6-10	2000	440	1940	60	3940
11	120	6-11	2000	560	3140	1140	3140
11	120	11	2000	120	0	2000	2000
12	110	11-12	2000	230	220	1780	2220
ИТОГО:							10320

Источник: составлено авторами.

В условиях приведенного численного примера мы получили на основе метода LTC результаты, аналогичные тем, что были получены методом LUC.

Принятие решения на основе алгоритма Сильвера – Мила осуществляется по критерию минимума общих затрат на поддержание запасов (ТIC), при объединении потребности нескольких периодов в одну поставку, в расчете на один период:

$$TIC(t) = \frac{(ТОС + ТСС)}{t} \rightarrow \min.$$

Проведенные по указанному алгоритму расчеты числового примера представлены в *таблице 4*.

Таблица 4

Расчеты по алгоритму Сильвера-Мила

месяц	S_i , шт.	Число месяцев в поставке	ТОС, д.е.	Q, шт.	ТСС, д.е.	ТIC, д.е.	ТIC(t), д.е.
1	50	1	2000	50	0	2000	2000
2	80	1-2	2000	130	160	2160	1080
3	100	1-3	2000	230	560	2560	853
4	120	1-4	2000	350	1280	3280	820
5	110	1-5	2000	460	2160	4160	832
5	110	5	2000	110	0	2000	2000
6	90	5-6	2000	200	180	2180	1090
7	70	5-7	2000	270	460	2460	820
8	60	5-8	2000	330	820	2820	705
9	100	5-9	2000	430	1620	3620	724
9	100	9	2000	100	0	2000	2000
10	120	9-10	2000	220	240	2240	1120
11	120	9-11	2000	340	720	2720	907
12	110	9-12	2000	450	1380	3380	845
ИТОГО:					9480		

Источник: составлено авторами.

Оптимальные величины объединений периодов в единую партию поставки в таблицах 2–4 представлены выделенными строками.

Для сравнения с полученными результатами проведем также расчеты методом простого и расширенного EOQ.

Простой метод EOQ (модель Уилсона) дает следующие результаты в отношении Q и величины TIC:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 2000 \times 1130}{2 \times 12}} = 433,97 \approx 434 \text{ шт.};$$

$$TIC = 2000 \times \frac{1130}{434} + (0,2 \times 10 \times 12) \times \frac{434}{2} = 5207 + 5208 = 10415 \text{ д.е.}$$

$$\text{Тогда количество поставок составит: } \frac{1130}{434} = 2,6 \approx 3.$$

$$\text{Периодичность поставок: } 12 \text{ мес.} / \frac{3 \text{ поставки}}{1} = 4 \text{ мес.}$$

Результаты расчетов методом расширенного EOQ представлены в таблице 5.

Таблица 5

Расчеты по методу расширенного EOQ

месяц	S _i , шт.	Q, шт.	Остаток на складе, шт.	ТОС, д.е.	ТСС, д.е.	ТІС д.е.
1	50	434	384	2000	768	2768
2	80	-	304		608	608
3	100	-	204		408	408
4	120	-	84		168	168
5	110	434	408	2000	816	2816
6	90	-	318		636	636
7	70	-	248		496	496
8	60	-	188		376	376
9	100	262	350	2000	700	2700
10	120	-	230		460	460
11	120	-	110		220	220
12	110	-	0		0	0
Итого	1130	-	-	6000	5656	11656

Источник: составлено авторами.

Анализ полученных значений ТІС, а также количества поставок и их периодичности (табл. 6) показывает, что наилучший результат в нашем случае дает алгоритм Сильвера – Мила, наихудший – метод расширенного EOQ.

Таблица 6

Сравнение полученных результатов расчета

Метод	ТОС, д.е.	ТСС, д.е.	ТІС, д.е.	Ранг результата
Сильвера-Мила	6000	3480	9480	1
LUC	6000	4320	10320	2
LTC	6000	4320	10320	2
EOQ простой	5207	5208	10415	3
EOQ расширенный	6000	5656	11656	4

Источник: составлено авторами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что результаты других исследований, относительно эффективности указанных методов, подтверждаются лишь частично.

Заключение

Приведенный расчет показывает, что получаемые результаты во многом зависят от входных параметров системы: соотношения затрат на хранение и пополнение запасов; устойчивости потребности в запасах в течение планового периода; их максимального и минимального разброса по отдельным отрезкам внутри всего периода; характера

колебаний потребности, и других показателей. В частности, в нашем примере при расчете методом расширенного EOQ не возникает дефицит в отдельных периодах, тогда как в случаях, рассматриваемых другими авторами, дефицит присутствует. Это также оказывает влияние на конечные получаемые результаты. Кроме того, в методе EOQ на конец года зачастую возникает переходящий остаток запасов, который может быть использован в последующих периодах. Это окажет влияние на величину затрат, связанных с поддержанием запасов в следующих периодах, с позиции сокращения таких затрат. Данный эффект следует учитывать и, например, при относительном сохранении масштабов деятельности фирмы в следующем году. Тогда может оказаться достаточным выполнение только двух поставок, в связи с чем затраты на пополнение запасов окажутся на треть ниже, чем в предшествующем году. Помимо перечисленных, существуют и другие аспекты, которые представляются слабо изученными в контексте эффективности применения того или иного метода в конкретных практических условиях. Следовательно, рассмотрение указанных проблем требует дальнейшей более детальной проработки.

ИСТОЧНИКИ:

1. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок. / Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 430 с.
2. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRPII. / 2-е изд. – СПб: Питер, 2008. – 416 с.
3. Мауэргауз Ю.Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок. / Монография. – М.: Экономика, 2012. – 574 с.
4. Silver E.A., Meal H.C. A Heuristic for Selecting Lot Size Requirements for the Case of a Deterministic Time-Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment // *Production and Inventory Management*. – 1973. – № 14. – p. 64-74.
5. Groff G. A lot Sizing Rule for Time Phased Component Demand // *Production and Inventory Management*. – 1979. – № 20. – p. 47-53.
6. De Matteris J.J., Mendoza A.G. An Economic Lot Sizing Technique // *IBM Systems Journal*. – 1968. – № 7. – p. 30-46.
7. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций. / 6-е издание: Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
8. Бадочкин О.В., Лукинский В.В., Лукинский В.С. Управление запасами в цепях поставок. / Учеб. пособие / под общ. и научн. ред. В.С. Лукинского. – СПб: СПбГИЭУ, 2011. – 284 с.
9. Хайруллина М.В., Кислицына О.А., Чуваев А.В. Непрерывное улучшение производственной системы промышленного предприятия: показатели и модель оценки // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. – 2015. – № 6(233). – с. 81-90.

REFERENCES:

- Badokin O.V., Lukinskiy V.V., Lukinskiy V.S. (2011). Upravlenie zapasami v tsepyakh postavok [Inventory management in supply chains] SPb.: SPbGIEU. (in Russian).
- De Matteris J.J., Mendoza A.G. (1968). An Economic Lot Sizing Technique IBM Systems Journal. (7). 30-46.
- Gavrilov D.A. (2008). Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRPII [Production management on the basis of the MRPII standard] SPb.: Piter. (in Russian).
- Groff G. (1979). A lot Sizing Rule for Time Phased Component Demand Production and Inventory Management. (20). 47-53.
- Khayrullina M.V., Kislitsyna O.A., Chuvaev A.V. (2015). Nepreryvnoe uluchshenie proizvodstvennoy sistemy promyshlennogo predpriyatiya: pokazateli i model otsenki [Continuous improvement of industrial enterprise's production system: indicators and assessment model]. Scientific and technical bulletin of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences. (6(233)). 81-90. (in Russian).
- Mauergauz Yu.E. (2012). «Prodvinutoe» planirovanie i raspisaniya (AP&S) v proizvodstve i tsepyakh postavok [“Advanced” planning and scheduling (AP&S) in production and supply chains] M.: Ekonomika. (in Russian).
- Silver E.A., Meal H.C. (1973). A Heuristic for Selecting Lot Size Requirements for the Case of a Deterministic Time-Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment Production and Inventory Management. (14). 64-74.
- Sterligova A.N. (2013). Upravlenie zapasami v tsepyakh postavok [Inventory management in supply chains] M.: INFRA-M. (in Russian).
- Takha Khemdi A. (2001). Vvedenie v issledovanie operatsiy [Introduction to operations research] M.: Izdatelskiy dom «Vilyams». (in Russian).

