

УДК 330.4

DOI 10.47367/0021-3497_2024_2_178

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ АЛГОРИТМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ТОВАРНЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛАХ
ПОСТАВКИ ТОВАРОВ**

**APPLICATION OF PROBABILISTIC FORECASTING ALGORITHMS
OF INVENTORIES AT LONG INTERVALS OF GOODS DELIVERY**

С.Б. ЛАПШИНОВ¹, Я.Э. ЖУКОВА², С.Н. СПЕРАНСКИЙ², У. ЛОДОЙН³

S.B. LAPSHINOV¹, Y.E. ZHUKOVA², S.N. SPERANSKY², U. LODOIN³

(¹Ивановский государственный университет,

²Ивановский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова,

³Монгольский университет науки и технологий)

(¹Ivanovo State University,

²Plekhanov Russian University of Economics, Ivanovo Branch,

³Mongolian university of science and technology)

E-mail: lapshinov1974@yandex.ru, zhukovayana77@gmail.com, spira1971@mail.ru

В настоящей статье рассматриваются методы расчета товарных запасов для товаров спорадического (редкого) спроса. В работе моделируется вероятная потребность как целевой ориентир на основе нормирования уровня ее удовлетворенности с учетом высокой волатильности розничных продаж и построения псевдовыборки. Цепочка поставки предполагает выделение в качестве буфера распределительного центра. Рассматриваются варианты длительных циклов поставок снабжения через распределительный центр – от одного раза в неделю до одного раза в месяц. Данные алгоритмы рекомендуется применять для товаров, потребительский спрос на которые не является остро сезонным и которые должны присутствовать на полке розничной сети круглый год.

This article discusses methods for calculating inventory for sporadic (rare) goods. The work models a probable need as a target based on normalizing the level of its satisfaction, taking into account the high volatility of retail sales and constructing a pseudo sample. The supply chain involves the allocation of a distribution center as a buffer. Options for long supply delivery cycles through the distribution center from once a week to once a month are being considered. These algorithms are recommended for goods use which consumer demand is not highly seasonal and the product must be available on the retail shelf all year round.

Ключевые слова: ассортимент товаров, товарный запас, редкий спрос, вероятность спроса, моделирование вероятности спроса, расчетная псевдо-выборка, расчет товарных запасов, уровень удовлетворенности спроса.

Keywords: assortment of goods, inventory, rare demand, probability of demand, modeling of probability of demand, calculated pseudo sample, calculation of inventory, level of demand satisfaction.

При управлении товародвижением в розничных сетях важным фактором конкурентоспособности являются эффективные и оптимизированные цепочки поставок. Наиболее часто применяемая цепочка поставок товаров в сетевой розничной магазин представлена на рис. 1. Особенностью данной схемы является наличие распределительного центра, призванного кроме функции дробления партий товаров быть буфером, обеспечивающим наличие товарных остатков на всем протяжении цикла поставки и достаточным для удовлетворения возможных колебаний спроса.

В наших предыдущих работах [1] подробно описаны алгоритмы расчета потребностей в товарных запасах непосредственно

в розничном магазине или точках продаж. В настоящей статье рассмотрим возможность прогнозирования товарных запасов в самом распределительном центре.

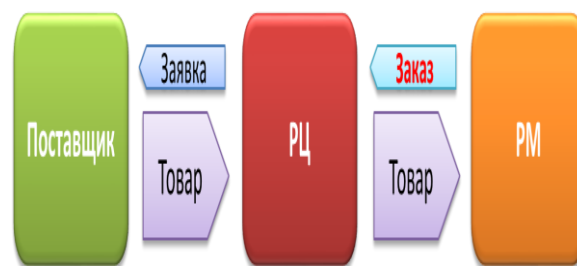


Рис. 1

Градации потенциального спроса по вариативности (волатильности) ($0x$) и частоте продаж ($0y$) представлена на рис. 2.

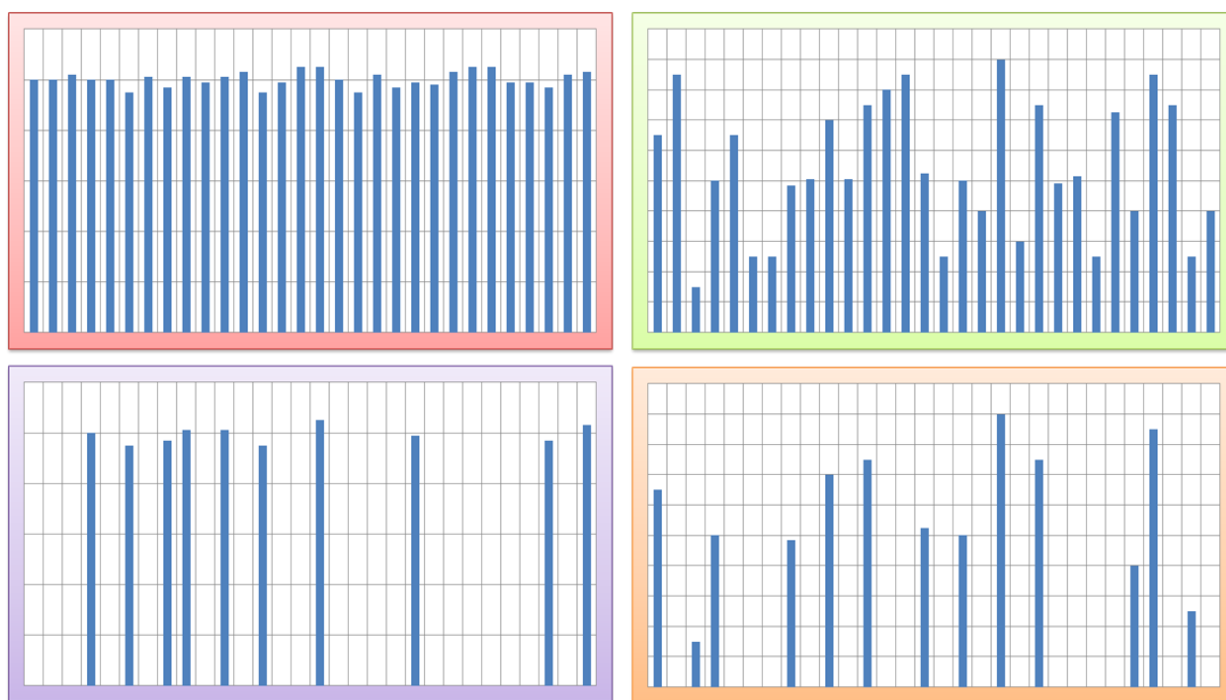


Рис. 2

Как следует из рис. 2, для левого верхнего квадранта достаточно высокую точность прогноза обеспечивают алгоритмы на

основе средних продаж [2], а для верхнего правого квадранта – алгоритмы, включающие в себя страховой запас.

С точки зрения прогнозирования спроса наиболее сложной задачей является прогнозирование редкого и волатильного спроса (правый нижний квадрант). Однако в ассортименте непродовольственных товаров для стройки и ремонта, а также хозяйственных товаров именно в этом квадранте потенциального спроса сосредоточено большинство товарных позиций.

Кроме этого, значительным фактором, усиливающим неопределенность, являются редкие поставки товаров, например, один раз в неделю или реже [4].

Таким образом, в настоящей статье рассматривается вопрос прогнозирования товарных запасов, удовлетворяющих потенциальный спрос, для товаров, имеющих редкие и высоковолатильные продажи и с редкой (один раз в неделю и реже) поставкой от поставщика.

Метод исследования

Объектом исследования выбран процесс снабжения розничных сетей непродовольственными товарами спорадического спроса в рамках контура снабженческой логистики –

от поставщика до распределительного центра розничной сети [5].

В качестве предмета исследования выбран товарный остаток в натуральном выражении в распределительном центре розничной сети, обеспечивающий оптимальный уровень товарного запаса на фиксированный период поставки для удовлетворения потенциального спроса со стороны потребителя.

Метод исследования – расчет необходимого товарного запаса в соответствии с заданным уровнем удовлетворенности спроса [6].

Результаты и обсуждение

Как уже отмечалось в предыдущей работе [3], основным минусом использования вероятностного алгоритма расчета потребности в товарах на длительный период поставки является рост объема базовой выборки для расчета потребности в степенной прогрессии, что до последнего времени было существенным сдерживающим фактором. Объем выборки в зависимости от текущего тренда продаж представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Кол-во дней поставки	Растущий	Падающий	Боковой	Отсутствие
1	112	84	28	28
2	12544	7056	784	784
3	1404928	592704	21952	21952
4	157351936	49787136	614656	614656
5	17623416832	4182119424	17210368	17210368
6	1973822685184	351298031616	481890304	481890304
7	221068140740608	29509034655744	13492928512	13492928512

Очевидно, что при расчетах свыше 500 000 вариантов исходов продаж будет наблюдаться дефицит вычислительных мощностей на стандартных компьютерах, что приведет к увеличению сроков расчетов. Поэтому при длительных циклах поставки необходимо использовать не полную выборку, а репрезентативную псевдовыборку, сформированную из случайных вариантов. Согласно нашим предположениям репрезентативная псевдовыборка должна содержать порядка 50 000 случайно выбранных вариантов, полученных из полной выборки методом Монте Карло. Идея метода чрезвычайно проста и состоит в том,

что вместо описания процесса с использованием аналитического аппарата производится «розыгрыш» случайного явления с помощью специально организованной процедуры, включающей в себя случайность и дающей случайный результат [3].

Результаты данного исследования использованы в 2023 году для сравнительной оценки качества прогноза товарных запасов в распределительном центре торговой сети по продаже непродовольственных товаров. Полученные расчеты подтверждают приведенные выше предположения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование расчетных псевдовыборок для

моделирования потенциального спроса, полученных случайным образом, обеспечивает требуемый уровень качества при прогнозировании товарных остатков в распределительных центрах сетевых торговых организаций при длительных циклах поставок [7].

Следует отметить, что для оптимизации товарных запасов рекомендуется устанавливать уровень удовлетворенности потенциального спроса в зависимости от частоты продаж, например, на основе традиционного ABC-анализа:

- товары группы «А» – 95...98%;
- товары группы «В» – 85...95%;
- товары группы «С» – 70...80%.

ВЫВОДЫ

1. Эффективное прогнозирование запасов товаров спорадического (редкого) спроса в распределительных центрах сетевых торговых операторов повышает конкурентоспособность последних.

2. Применение репрезентативных расчетных псевдовыборок снижает объем инвестиций в ИТ инфраструктуру и повышает ее эффективность.

3. ABC-анализ в разрезе товарного ассортимента улучшает качество прогнозов и снижает риски затоваривания распределительных центров.

4. Модели управления товарными запасами зависят от длительности цикла поставки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапинов С.Б., Жукова Я.Э., Сперанский С.Н., Амаржаргалан Т. Повышение эффективности управления товарными запасами на основе создания статистических моделей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2(398). С. 59...64.

2. Сергеев В.И., Эльяшевич И.П. Планирование потребности в предметах снабжения на основе методов прогнозирования // Логистика и управление цепями поставок = Logistics and Supply chain management. М.: Национальная логистическая ассоциация. 2012. № 3 (50). С. 7...16.

3. Уткин А.И., Сперанский С.Н., Рябова О.Н., Амаржаргалан Т. Кросс-функциональное управление эффективностью бизнес-процессов текстильного предприятия с использованием сбалансирован-

ной системы // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 2(404). С. 42...50. – DOI 10.47367/0021-3497_2023_2_42.

4. Thomopoulos N. Demand Forecasting for Inventory Control // Springer. 2016. 183 p.

5. Ellram L.M., Tate W.L., Petersen K.J. Offshoring and reshoring: an update on the manufacturing location decision // Journal of Supply Chain Management. 2013. Vol. 49. №2. P. 14...22.

6. Моргунова Ю.Н. Логистические затраты: проблемы определения и учета // Все для бухгалтера. 2018. № 9 (249). – <http://cyberleninka/v/logisticheskie-zatraty-problemy-opredeleniya-iucheta> (дата обращения 15.10.2021).

7. Глинская О.С., Скорикова И.С. Классификация логистических затрат в организациях сетевой розничной торговли // Аудит и финансовый анализ. 2019. № 2. С. 48...51.

REFERENCES

1. Lapshinov S.B., Zhukova Y.E., Speransky S.N., Amarzhargalan T. Improving the efficiency of inventory management based on the creation of statistical models // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2022. № 2(398). P. 59...64.

2. Sergeev V.I., Elyashevich I.P. Planning the need for supplies based on forecasting methods // Logistics and Supply chain management = Logistics and Supply chain management. Moscow: National Logistics Association. 2012. № 3 (50). P. 7...16.

3. Utkin A.I., Speransky S.N., Ryabova O.N., Amarzhargalan T. Cross-functional efficiency management of business processes of a textile enterprise using a balanced system of indicators // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2023. № 2(404). P. 42...50. – DOI 10.47367/0021-3497_2023_2_42.

4. Thomopoulos N. Demand Forecasting for Inventory Control // Springer. 2016. 183 p.

5. Ellram L.M., Tate W.L., Petersen K.J. Offshoring and reshoring: an update on the manufacturing location decision // Journal of Supply Chain Management. 2013. Vol. 49. №2. P. 14...22.

6. Morgunova Yu.N. Logistics costs: problems of definition and accounting // Everything for an accountant. 2018 No. 9 (249). – <http://cyberleninka/v/logisticheskie-zatraty-problemy-opredeleniya-iucheta>/дата обращения 10/15/2021.

7. Glinskaya O.S., Skorikova I.S. Classification of logistics costs in retail chain organizations // Audit and financial analysis. 2019. No. 2. P. 48...51.

Рекомендована кафедрой экономики и прикладной информатики РЭУ им. Г.В. Плеханова. Поступила 18.01.24.