

УДК 658.78:519.254

91. УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Примакович Л.В. магистрант гр.476701

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Миксюк С.Ф. –доктор экономических наук, профессор

Аннотация. В работе отражена значимость управления запасами в условиях нестабильности экономики, а также важность внедрения принципов логистики и маркетинга для стабилизации экономического положения компании. Актуальность рассматриваемой темы заключается в том, что с учетом последних тенденций на экономических рынках, характеризующихся неопределенностями прогнозов и часто возникающими новыми рисками, необходим эффективный инструмент регулирования и стабилизации экономического положения фирм.

Ключевые слова: товарные запасы, оптимизация запасов, страховые запасы, формула Феттера.

Товарные запасы – всегда достаточно острая тема для бизнеса. С одной стороны, они обеспечивают необходимый уровень сервиса, то есть обеспечивают поступление выручки от реализации, с другой – запасы стоят денег сами по себе, плюс, их хранение и транспортировка увеличивают издержки.

Целью данной статьи является разработка и обоснование концепции управления страховым запасом, рассчитанном на основе вариабельности спроса и времени поставки, позволяющей повысить устойчивость цепей поставок в условиях экономической неопределенности за счет трехуровневого механизма интеграции такого управления.

Существует довольно много классификаций запасов – единственно правильной нет. Зачастую принято выделять три основные группы по функциональному назначению, способам пополнения и расхода:

1. Циклические или текущие запасы

Возникают по объективным причинам из-за дискретности пополнения и расхода. Это классическая «пила» с пиками запасов в момент пополнения, при которой средний запас равен половине амплитуды этой «пилы».

2. Страховые, или неснижаемые запасы

Предназначены для обеспечения отгрузок при волатильности спроса и сроков поставок. Неснижаемыми они называются из-за того, что объем этого запаса является исходной точкой для расчета перезаказа (reorder point). От него отсчитывается уровень, при котором необходимо планировать пополнение.

3. Прочие запасы

Возникают по специфическим причинам. К ним, например, относятся пребилды для прохождения сезона при нехватке производственных мощностей или оверстоки при минимальной партии производства или закупки.

С циклическими запасами все достаточно понятно: ими можно управлять, изменяя частоту пополнения и минимальный объем производства или поставок. Прочие запасы специфичны для бизнеса, и способы управления ими тоже специфичны, однако и они возникают в условиях стабильности, а значительную роль в их объеме играет качество планирования и прогнозирования.

Страховые запасы связаны с вариативностью и необходимы в условиях неопределенности. Основу неопределенности для страховых товарных запасов составляют спрос и сроки.

Сейчас одна из ключевых задач компаний – это оптимизация запасов на складах для того, чтобы эффективнее управлять оборотными средствами. За складскими запасами необходимо следить не только крупным компаниям, но и всем компаниям, которые покупают какой-либо товар для продажи или производства своей продукции. Отсутствие контроля с одной стороны может привести к затоваренности склада, с другой к отсутствию сбыта, и то и другое чревато компании потерей прибыли. Кроме того, с содержанием любых запасов связаны затраты на хранение, которые можно сократить, выстроив правильный процесс учета на складе.

Складские запасы компании могут быть, как большой проблемой, так и весомым подспорьем для бизнеса. Их оптимальное использование непосредственно влияет на эффективность и правильность ведения любого бизнеса.

В 2004 году консалтинговая компания ERC провела ряд исследований в Европе, связанных с причиной потери товарных запасов. В результате чего можно выделить 4 основных вида потери товарных запасов:

1. Внешнее воровство 7%: когда воруют обслуживающие компании, покупатели и так далее;
2. Внутреннее воровство 13%: когда воруют внутри компании сотрудники складов и магазинов;
3. Мошенничество внутри компании 9%: различные мошеннические действия со стороны сотрудников компании, где сотрудники финансово заинтересованы в неправомерных действиях. Например, закупка товаров, у которых срок годности подходит к концу или закупка товаров по более высокой стоимости с целью наживы;
4. Процедура процесса закупок 71%: в этот вид товарных потерь входит достаточно много подкатегорий и именно его стоит рассмотреть подробнее [1].

Хоть статистическая сводка и достаточно стара, и изучались только компании Европы, но всё равно можно представить общую картину данной проблемы. Безусловно оптимизация складских запасов может существовать только тогда, когда имеются какие-то первичные учётные данные, например, история продаж.

Актуальность выявленных проблем подтверждается и современными исследованиями. Так, например, согласно аналитике, представленной в отчетах The Economist 2024 года, совокупные потери компаний, входящих в индекс S&P 1500, связанные с избыточным накоплением запасов в ответ на различного рода экономические шоки последних лет (начиная с пандемии), к концу 2022 года превышали 600 млрд долларов, что на 40% выше допандемийного уровня. [2]. В структуре этих потерь сохраняется доминирующая роль процессных факторов (ошибки прогнозирования, неоптимальные закупки), что не только подтверждает методологическую ценность исследований ERC, но и подчеркивает неразрешенность существующей проблемы организации оптимального процесса закупок.

Следующей по объемам потерь является проблема внутреннего воровства. В то же время для организации надлежащего контроля и сохранения теплых отношений в коллективе очень важным фактором является умение показать сотрудникам высокую степень доверия. В том случае, если воровство всё-таки произошло, необходимо наказать виновников, иначе проблема будет только увеличиваться по нарастающей. Что касается внешнего воровства, то на этот счёт имеется много способов его предотвращения и недопущения, то обуславливает отсутствие необходимости более подробного его рассмотрения в рамках работы. Что касается повреждения товара, потерях при транспортировках и в распределительных центрах – их никак нельзя избежать. При 3-ех видов этих потерь стоит принимать корректирующие управленческие решения, например, о смене подрядчиков или об организации кратковременных контрактов с ними с целью определения подрядчика либо контрагента с наименьшим процентом потерь, наивысшей степенью ответственности и т.д.

Наиболее остро стоит проблема оптимизации складских запасов, которая сильно зависит и от варьирования спроса, и от наличия на складах труднореализуемых товаров. Колебания спроса можно частично устранить с помощью маркетинговых акций (например, «Купите 2 шоколадки по цене одной»). Помимо этого, варьирование спроса легко вычислить по истории собственных продаж и уже на основе полученных данных иметь представление, чего ожидать от покупателей. Если знать, как минимум, примерный спрос, то уже можно быть более уверенным в том, что на складах останется меньше труднореализуемого товара и тем самым повысится оборачиваемость средств, уменьшится количество товаров с истекшим сроком годности, а на сэкономленные денежные средства можно значительно поднять оборот своей компании. Однако подобные практики не всегда применимы, например, в случае выхода на рынок нового товара.

Ежедневный контроль за отклонениями от заданных в компании нормативов (максимальный товарный запас, сумма страхового запаса и точка заказа, сумма страхового запаса товара и количество товара, который будет продан за время ожидания заказа от поставщика, точка максимального желаемого заказа) позволит своевременно выявлять отклонения от нормального протекания работы склада и, соответственно, принимать надлежащие меры по снижению потерь, а в лучшем случае – получения дополнительной прибыли либо высвобождения средств.

Математическим инструментом снижения потерь от дефицита и избыточных запасов в настоящее время выступает балансировка между целевым (желаемым) уровнем сервиса и величиной страхового запаса. При этом количественная оценка эффективности оптимизированного управления запасами может выражаться через минимизацию функции суммарных издержек, включающей затраты на хранение, потери от дефицита и операционные издержки управления запасами. Однако для определения коэффициентов такой функции необходима огромная учетная база, отражающая взаимное влияние логистических решений на реализацию товарных позиций.

Более подходящим инструментом балансировки можно считать адаптивные алгоритмы, позволяющие пересчитывать значения некоторых ключевых показателей формирования заказов при срабатывании разного рода индикаторов, например, отклонения фактического спроса от прогнозного. Так, применение адаптивных алгоритмов позволяет снизить отклонения фактического уровня сервиса от целевого, что напрямую трансформируется в сокращение как иммобилизованных оборотных средств, так и потерь от дефицита.

Неопределенности возникают в логистической цепочке из-за взаимозависимостей между поставщиками, заводами, складами и местоположениями клиентов. Если учитывается только один сектор логистической цепочки, возможно чрезмерное увеличение страхового запаса в одном местоположении, что приводит к повышению затрат на хранение, либо его чрезмерное уменьшение, что приводит к дефициту запаса и понижает уровень сервиса либо повышает затраты из-за экспедирования заказов.

В таблице 1 представлены некоторые основные переменные, которые могут привести к неопределенности и неэффективному уровню запаса [3].

Таблица 1 – Переменные, ведущие к неопределенности

На стороне клиента	На стороне поставщика
Одновременное появление внутренней и внешней потребности в разном объеме запаса	Требования к размеру партии
Ошибки прогнозирования потребности	Задержки поставок
Потребность, изменяющаяся в зависимости от сезона или времени	Фиксированные окна планирования
Завышенный или заниженный прогноз потребности	Несколько источников поставки
Резко выделяющиеся значения и незапланированные пики потребности	Сезонные источники поставки
Изменяемость поставок на склады	Приостановка производства из-за проверок качества регулирующими органами
Резкие изменения планов промо-акций, например задержка в проведении или изменение запланированного объема	Ошибка прогноза при выборе источника сырья

Оптимизация запасов позволяет избежать неопределенностей в логистической цепочке путем определения количества страхового запаса для хранения в каждом из местоположений в логистической цепочке. Страховой запас компенсирует неопределенность, позволяя поддерживать высокий уровень сервиса. При оптимизации запаса определяется оптимальный страховой запас для каждого местоположения и даются рекомендации по целевому уровню сервиса.

Здесь следует понимать, что страховой запас необходим для обеспечения вероятных отгрузок выше среднего значения в период выполнения заказа на пополнение, а также для отгрузок в случае вероятной задержки поставки. Выделяются два ключевых параметра неопределенности: среднеквадратичные отклонения спроса и сроков поставки.

На этих предпосылках и основывается расчет страховых запасов – по формуле Феттера:

$$SS = F_s * \sigma_L \quad (1)$$

где F_s – обратная функция Лапласа, являющаяся параметром целевого уровня сервиса (например, для $SL=95\%$ $F_s= 1,645$)

σ_L – среднеквадратичное отклонение спроса за период LT

$$\sigma_L^2 = LT * \sigma_D^2 + D^2 * \sigma_{LT}^2 \quad (2)$$

где LT – средний срок выполнения заказа на пополнение запаса,

D – среднеедневное значение объема отгрузок или продаж,

σ – соответствующие среднеквадратичные отклонения.

В исходном виде эта формула использует статистические данные по объемам и срокам. Также она часто модифицируется под различную специфику, например, использование среднеквадратичной ошибки прогноза вместо среднеквадратичного отклонения продаж [4].

Если проанализировать формулу, то можно заметить, что второе слагаемое под корнем практически не играет роли в случаях:

а) очень низкого среднего спроса,

б) небольших ЛТ, характерных для межскладских автоперевозок, когда среднеквадратичное отклонение в сроках, как правило, меньше 1.

Несмотря на наличие развитых инструментов для проведения оптимизации (SAP IBM, WMS) и фундаментальных формул, ключевая проблема управления запасами в условиях неопределенности остается нерешенной: статические модели не могут своевременно адаптироваться к постоянно меняющейся конъюнктуре рынка. В связи с этим перспективным является использование концепции адаптивного управления страховыми запасами, реализуемой на трех уровнях:

1. Оперативный уровень, представляющий собой непрерывный контроль отклонений фактических показателей от прогнозных и использование формул для пересчета страхового запаса на основе скользящего окна прогноза. Данный уровень позволяет обеспечить своевременную реакцию на текущие изменения спроса и сроков поставок.

2. Тактический уровень, который представляется анализом структуры неопределенности спроса (XYZ-анализ в динамике) и соответствующим пересмотром политики управления для групп CY-CZ с учетом их низкой предсказуемости. На этом уровне определяются параметры адаптации для различных категорий товаров из матрицы ABC-XYZ.

3. Стратегический уровень, представленный интеграцией данных о поведенческих рисках в модель совокупной стоимости владения запасом. Данный уровень позволяет учитывать не только статистическую вариабельность, но и качественные факторы, влияющие на устойчивость цепи поставок.

В отличие от традиционных подходов, фокусирующихся на математической оптимизации одного звена цепи поставок, предложенный подход рассматривает страховой запас как буфер многомерной неопределенности, где его объем зависит не только от вариабельности спроса, но и от человеческого фактора и надежности логистической инфраструктуры. Это может позволить компаниям не просто минимизировать затраты, но и повысить устойчивость бизнеса к шокам, сохраняя заданный уровень сервиса.

Практическая реализация трехуровневой концепции в корпоративных информационных системах, таких как WMS, ERP, позволит обеспечить переход от реактивного управления запасами к проактивному, что особенно актуально в условиях развитой экономической нестабильности.

Список использованных источников:

1. Оптимизация складских запасов // Software Expert : [сайт]. – 2022. – URL: <https://software-expert.ru/2022/04/22/optimizatsiya-skladskih-zapasov/> (дата обращения: 24.02.2026).
2. Chain reactions: Winners and losers in the supply game [Электронный ресурс] // The Nightly. – 2024. – 12 April. – URL: <https://thenightly.com.au/business/the-economist-the-brutal-business-of-supply-chain-disruptions-and-who-holds-the-upper-hand-c-14284199> (дата обращения: 15.03.2026).
3. How Uncertainties Lead to Ineffective Stocking Levels // SAP Help Portal : [сайт]. – 2025. – URL: https://help.sap.com/docs/SAP_INTEGRATED_BUSINESS_PLANNING/feae3cea3cc549aaa9d9de7d363a83e6/8fce80549f42054ee1000000a423f68.html (дата обращения: 20.03.2026).
4. Миксюк, С. Ф. Управление запасами в закупочной логистике в корпоративной информационной системе: концептуальный подход / С. Ф. Миксюк, Е. В. Анкуда // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 1. – С. 138–147.

UDC 658.78:519.254

INVENTORY MANAGEMENT IN SUPPLY CHAINS UNDER RISK AND UNCERTAINTY

Primakovich L.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Miksiuk S.F. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Abstract. The paper highlights the importance of inventory management in an unstable economic environment, as well as the significance of implementing logistics and marketing principles to stabilize a company's financial position. The relevance of the topic lies in the fact that, given recent trends in economic markets characterized by forecast uncertainties and frequently emerging new risks, there is a need for an effective tool to regulate and stabilize the economic position of firms.

Keywords: inventories, inventory optimization, safety stock, Fetter's formula.