

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Асп. ПОЛУШКО Е. В., канд. экон. наук, доц. КИСЕЛЬ Т. Р.

Барановичский государственный университет

Одним из важных направлений повышения эффективности деятельности промышленных предприятий является управление производственными запасами. На современном этапе белорусские предприятия пересматривают существующие системы управления запасами, внедряют новые информационные технологии управления. Несмотря на то, что наблюдается тенденция снижения размеров производственных запасов, они по-прежнему играют главную роль в бесперебойном обеспечении производственного процесса необходимыми материальными ресурсами.

Оптимизация уровня производственных запасов является реальным рычагом повышения конкурентоспособности промышленных предприятий, значительная часть которых – убыточные и малорентабельные. Эти предприятия остро нуждаются в осуществлении малобюджетных мероприятий, обеспечивающих высвобождение оборотных средств, вложенных в производственные запасы.

Оптимальность (от лат. *optimus* – наилучший) предполагает наилучший из возможных способов экономического поведения. Примени-

тельно к управлению производственными запасами оптимизация включает не только определение размера запаса с учетом текущей ситуации как внутри предприятия, так и за его пределами, но и использование инструментария различных сфер логистики с целью сокращения запаса материалов [1].

Представим модель оптимизации производственных запасов (рис. 1).

На первом этапе решается задача выявления и систематизации совокупности факторов, которые могут оказать влияние на необходимый уровень запаса и привести к возникновению дефицита либо избытка материалов.

Факторы, воздействующие на уровень имеющихся производственных запасов, могут быть разделены на три группы.

1-я группа факторов характеризует влияние поставщиков. К этой группе относятся нарушение поставщиком графика поставки материалов, несоответствие качества материалов договору, несоответствие количества материалов договору, несоответствие поставленных материалов по номенклатуре.



Рис. 1. Этапы оптимизации производственных запасов

2-я группа факторов характеризует влияние покупателей продукции предприятия, выраженное в изменении величины спроса.

3-я группа факторов характеризует влияние производственно-хозяйственной ситуации на предприятии. К этой группе относятся такие факторы, как высокая текучесть и низкая подготовка кадров, несовершенство системы мотивации ресурсосбережения, ошибки планирования потребности в материальных ресурсах [2].

Влияние первой группы факторов приводит к возникновению отклонений фактического периода поставки от планового $Q(\Delta t_{п})$. Влияние двух других групп выражается в изменении потребности в материалах по сравнению с плановой (нормативной) величиной $Q(\Delta_{потр}(t_{п}))$ в период времени между двумя очередными поставками.

На втором этапе решается задача оценки характера и степени влияния факторов на уровень производственного запаса. Проводится анализ возможных ситуаций, вызывающих образование дефицита либо избытка материалов. Осуществляется количественная оценка величины возможного дефицита или избытка запаса.

Наибольший вклад в изучение теории дефицита был сделан венгерским ученым Яношом Корнаи. В своей теории он исходит из того, что плановая экономика в принципе не может объективно отражать потребности предприятий в различных ресурсах. Причинами дефицита являются постоянные ошибки в расчете потребности в тех или иных ресурсах, которые, по мнению Корнаи, неизбежно приводят к недовыпуску товаров в каких-либо отраслях. В рыночной экономике причинами дефицита являются не «ресурсные ограничения», а «ограничения, обусловленные спросом» на продукцию предприятия, а также режимом поставки необходимых материальных ресурсов и их потреблением в процессе производства изделий [3].

Таким образом, в условиях рыночной экономики произошла трансформация понятия «дефицит», вызванная изменившимися условиями хозяйствования.

В процессе управления производственными запасами разность между фактическим значением запаса материалов на начало планового периода $Q_{им}(t_{н})$ и величиной, предусмотренной планом $Q_{норм}$, может изменяться.

Разность $Q_{им}(t_{н}) - Q_{норм} < 0$ характеризует величину дефицита запаса материала

$$\delta = Q_{им}(t_{н}) - Q_{норм}, \quad (1)$$

где δ – величина дефицита запаса материала; $Q_{им}(t_{н})$ – фактическое значение запаса материалов на начало планового периода; $Q_{норм}$ – величина запаса материалов, предусмотренная планом.

Существует несколько подходов приспособления предприятий-производителей к условиям дефицита материальных ресурсов [4]:

- снижение объемов производства до уровня, который позволяет осуществить имеющийся уровень запаса материалов. В этом случае объем производимой и поставляемой на рынок продукции снижается, что в итоге ведет к уменьшению получаемой прибыли. Предприятие несет потери, которые негативно сказываются на его финансовой устойчивости;

- изменение в структуре затрат (вынужденная замена одного вида материального ресурса на другой). При нехватке одного ресурса предприятие приобретает другой, более дорогой в том случае, если заменяющий ресурс лучшего качества или более дешевый, но более низкого качества. Это неизбежно влечет за собой уменьшение качества выпускаемой продукции;

- изменение структуры выпускаемой продукции.

Практика показывает, что определение потерь из-за дефицита материальных ресурсов связано с трудностями, причиной которых являются случайность, непредсказуемость последствий влияния различных факторов внешней и внутренней среды предприятия на уровень запасов. Однако располагая статистическими данными за прошлые периоды времени, можно прогнозировать отклонения от запланированных показателей, возникающих в таких сферах производственно-хозяйственной деятельности предприятия, как снабжение, производство и реализация готовой продукции.

Величина ожидаемых потерь $C(\delta)$ из-за дефицита запаса материальных ресурсов [5]

$$C(\delta) = \bar{Ц}_1 \frac{Q_r}{365} \sum_{i=1}^k M[\Delta T(f_i)], \quad (2)$$

где $\bar{Ц}_1$ – средняя цена продукции, реализуемой на рынке, руб.; Q_r – годовой объем продукции, производимый предприятием, шт.; 365 – число дней в году; $M[\Delta T(f_i)]$ – математическое ожи-

дание отклонения параметров поставки материалов, вызванное действием фактора f_i ($i = 1, 2, 3, 4$).

На формирование дефицита, помимо перечисленных выше факторов, влияние оказывают:

- высокий процент брака при изготовлении продукции из-за низкой технологической дисциплины, устаревшего оборудования, низкой квалификации рабочих;
- непредвиденное увеличение спроса на продукцию предприятия;
- неточный прогноз спроса на продукцию предприятия;
- финансовая неустойчивость предприятия, не позволяющая своевременно заключать договоры с поставщиками на поставку материалов нужного ассортимента и количества.

Возникновение дефицита влечет за собой следующие негативные последствия:

- простои производственных мощностей;
- замену отсутствующих в запасе материалов;
- форсирование производства изделий после ликвидации простоя.

Каждое из этих последствий вызывает потери для предприятия. В случае простоев производства и последующего форсирования производственного процесса ущерб определяется как сумма основной и дополнительной заработной платы рабочих с отчислениями; при замене сырья, материалов, комплектующих изделий ущерб определяется как разность между стоимостью фактически использованных ресурсов и стоимостью замененных ресурсов. Величина ущерба учитывается при определении суммарных потерь, вызываемых дефицитом.

Влияние факторов внешней и внутренней среды предприятия может привести к образованию излишних запасов материалов. В такой ситуации фактическая величина запаса материалов на начало планового $Q_{им}(t_n)$ периода будет больше величины $Q_{норм}$, предусмотренной планом. Разность $Q_{им}(t_n) - Q_{норм} > 0$ характеризует величину избытка запаса материала

$$s = Q_{им}(t_n) - Q_{норм}, \quad (3)$$

где s – избыток запаса материалов.

Возникающие в условиях избытка потери $C(s)$ из-за наличия сверхнормативных запасов

характеризуются как замораживание оборотных средств в материальных запасах.

Ожидаемые потери из-за наличия сверхнормативных запасов определяются [5]

$$C(s) = \bar{\Pi}_2 \bar{R}_{дн} M[s] r, \quad (4)$$

где $\bar{\Pi}_2$ – средняя цена единицы материального ресурса, руб.; $\bar{R}_{дн}$ – среднесуточное потребление материального ресурса, т/дн.; $M[s]$ – математическое ожидание величины избытка запаса материалов; r – процент по банковским депозитам, %.

При разработке краткосрочного производственного плана на следующий период предполагается, что известны нормативный уровень запаса $Q_{норм}$ и фактически имеющийся уровень запаса материалов на предприятии на конец (начало следующего) планового периода $Q_{им}(t_k)$. Под нормативным уровнем запаса понимается планируемый остаток запаса материалов на следующий плановый период.

В результате влияния перечисленных выше факторов имеющийся уровень запаса материалов $Q_{им}(t_k)$ и нормативный уровень запаса $Q_{норм}$ могут находиться между собой в одном из следующих отношений: $Q_{им}(t_k) = Q_{норм}$, либо $Q_{им}(t_k) > Q_{норм}$, либо $Q_{им}(t_k) < Q_{норм}$. События $Q_{им}(t_k) = Q_{норм}$, $Q_{им}(t_k) > Q_{норм}$, $Q_{им}(t_k) < Q_{норм}$ являются случайными, каждое из которых свершается соответственно с вероятностью $P(Q_{им}(t_k) = Q_{норм})$; $P(Q_{им}(t_k) > Q_{норм})$; $P(Q_{им}(t_k) < Q_{норм})$. Эти события образуют полную группу попарно несовместных событий, и вероятность их свершения равна единице

$$P(Q_{им}(t_k) = Q_{норм}) + P(Q_{им}(t_k) > Q_{норм}) + P(Q_{им}(t_k) < Q_{норм}) = 1.$$

Возможные отношения величин имеющегося уровня запаса на конец планового периода $Q_{им}(t_k)$ и нормативного запаса $Q_{норм}$ отражены в древовидной модели формирования возможных ситуаций образования дефицита материальных запасов, и на ее основе построена табличная форма представления многообразия возможных потерь, вызываемых дефицитом δ либо избытком запасов s (табл. 1 [4]).

**Возможные альтернативные варианты ситуаций,
порождающих дефицит либо избыток производственного запаса**

		Потребность в материальных ресурсах предприятия		
		$Q(\Delta_{\text{потр}}(t_k)) < 0$	$Q(\Delta_{\text{потр}}(t_k)) = 0$	$Q(\Delta_{\text{потр}}(t_k)) > 0$
Интервал поставки материальных ресурсов	Превышает плановый	S_1 $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} < 0 \Rightarrow \delta$	S_2 $C_{\text{потр}}^{\phi} = C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} < 0 \Rightarrow \delta$	S_3 $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}},$ $\delta < 0 \Rightarrow \delta (Q_{\text{им}}(t_k) < Q_{\text{норм}})$ ИЛИ $\delta > 0 \Rightarrow s (Q_{\text{им}}(t_k) > Q_{\text{норм}})$
	Равен плановому	S_4 $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} < 0 \Rightarrow \delta$	S_5 $C_{\text{потр}}^{\phi} = C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = 0$ $s = 0$	S_6 $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} > 0 \Rightarrow s$
	Ниже планового	S_7 $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} < I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}},$ $\delta < 0 \Rightarrow \delta (Q_{\text{им}}(t_k) < Q_{\text{норм}})$ ИЛИ $\delta > 0 \Rightarrow s (Q_{\text{им}}(t_k) > Q_{\text{норм}})$	S_8 $C_{\text{потр}}^{\phi} = C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} < I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} > 0 \Rightarrow s$	S_9 $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}} \wedge I_{\text{п}}^{\phi} < I_{\text{п}}^{\text{пл}} \Rightarrow$ $\delta = Q_{\text{им}}(t_k) - Q_{\text{норм}} > 0 \Rightarrow s$

Ситуация S_1 возникает под влиянием задержки поставки материалов, $I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, и роста потребности в материалах, $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. Здесь имеет место дефицит запаса материалов δ , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) < Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_2 возникает под влиянием увеличения периода поставки материалов (задержка поступления материалов на предприятие), $I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}}$. В этом случае имеет место дефицит запаса материалов δ , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) < Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_3 возникает под влиянием увеличения периода поставки материалов, $I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, и снижения потребности в материалах, $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. Уровень имеющегося запаса материалов зависит от силы воздействия факторов, возможно формирование как дефицита δ , так и избытка s .

Ситуация S_4 возникает, если период поставки материалов $I_{\text{п}}^{\phi}$ соответствует плановому сроку $I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, и под влиянием роста потребности в материалах, $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. В этом

случае имеет место дефицит запаса материалов δ , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) < Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_5 возникает, если период поставки материалов $I_{\text{п}}^{\phi}$ соответствует плановому сроку $I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, а также фактический расход (потребность) материалов на выпуск изделий $C_{\text{потр}}^{\phi}$ соответствует плановой величине $C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$, $C_{\text{потр}}^{\phi} = C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. Дефицит либо избыток запаса материалов в этом случае отсутствует, т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) = Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_6 возникает, если период поставки материалов $I_{\text{п}}^{\phi}$ соответствует плановому сроку $I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} = I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, и имеет место снижение потребности в материалах, $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. В такой ситуации имеет место избыток запаса материалов s , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) > Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_7 возникает под влиянием сокращения периода поставки материалов по сравнению с плановым сроком, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} > I_{\text{п}}^{\text{пл}}$,

и роста потребности в материалах, $C_{\text{потр}}^{\phi} > C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. Уровень имеющегося запаса материалов зависит от силы воздействия факторов, возможно формирование как дефицита δ , так и избытка s .

Ситуация S_8 возникает под влиянием сокращения периода поставки материалов по сравнению с плановым сроком, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} < I_{\text{п}}^{\text{пл}}$. В такой ситуации имеет место избыток запаса материалов s , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) > Q_{\text{норм}}$.

Ситуация S_9 возникает, если период поставки материалов $I_{\text{п}}^{\phi}$ меньше планового срока $I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, т. е. $I_{\text{п}}^{\phi} < I_{\text{п}}^{\text{пл}}$, и фактический расход (потребность) материалов на выпуск изделий $C_{\text{потр}}^{\phi}$ меньше, чем планировалось $C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$, т. е. $C_{\text{потр}}^{\phi} < C_{\text{потр}}^{\text{пл}}$. В этом случае имеет место избыток запаса материалов s , т. е. $Q_{\text{им}}(t_k) > Q_{\text{норм}}$.

События $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9$ образуют полную группу попарно несовместимых случайных событий, поэтому сумма вероятностей их свершения равна единице, т. е. выполняется равенство $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 = 1$.

Формулы расчета величины дефицита либо избытка запаса материальных ресурсов для всех девяти ситуаций представлены в табл. 2 [4], где $v_{\text{потр}}^+, v_{\text{инт}}^+$ – коэффициенты вариаций

объема производственного потребления и интервала поставок, превышающих плановые значения; $v_{\text{потр}}^-, v_{\text{инт}}^-$ – то же, значения которых ниже плановых.

Зная величину дефицита либо избытка материалов в каждой из девяти возможных ситуаций, а также вероятность наступления ситуации, можно определить математическое ожидание M дефицита либо избытка материалов. В случае если величина $M < 0$, то имеет место дефицит запаса материалов δ , если $M > 0$, то имеет место избыток запаса материалов s .

Зная величину потерь из-за дефицита либо избытка материалов в каждой из девяти возможных ситуаций S_1, S_2, \dots, S_9 , а также вероятность их наступления P_1, P_2, \dots, P_9 , можно определить математическое ожидание потерь $M[C]$.

Возникновение дефицита δ влечет за собой необходимость создания страхового запаса в целях минимизации потерь, вызываемых недостатком материальных ресурсов. Возникновение избытка s свидетельствует о необходимости снижения уровня запаса материалов, влекущего за собой «замораживание» оборотного капитала, вложенного в запасы материальных ресурсов.

Таблица 2

Формулы для определения дефицита либо избытка материалов

Ситуация	Расчетная формула	Характеристика величины δ	Дефицит δ . Избыток s
S_1	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} \left(-v_{\text{потр}}^+ - v_{\text{потр}}^+ v_{\text{инт}}^+ - v_{\text{инт}}^+ \right)$	$\delta < 0$	δ
S_2	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} \left(-v_{\text{инт}}^+ \right)$	$\delta < 0$	δ
S_3	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} \left(v_{\text{потр}}^- + v_{\text{потр}}^- v_{\text{инт}}^+ - v_{\text{инт}}^+ \right)$	Либо $\delta < 0$, либо $\delta > 0$	Либо δ , либо s
S_4	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} \left(-v_{\text{потр}}^+ \right)$	$\delta < 0$	δ
S_5	$\delta = 0$	$\delta = 0$	$\delta = 0$
S_6	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} v_{\text{потр}}^-$	$\delta > 0$	s
S_7	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} \left(-v_{\text{потр}}^+ + v_{\text{потр}}^+ v_{\text{инт}}^- - v_{\text{инт}}^- \right)$	Либо $\delta < 0$, либо $\delta > 0$	Либо δ , либо s
S_8	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} v_{\text{инт}}^-$	$\delta > 0$	s

S_9	$\delta = \bar{I}_{\text{пост}} (v_{\text{потр}}^- - v_{\text{потр}}^- v_{\text{инт}}^- + v_{\text{инт}}^-)$	$\delta > 0$	s
-------	--	--------------	-----

Таким образом, величина запаса материальных ресурсов $Q_{\text{норм}}$ на начало планового периода, обеспечивающая непрерывность производственного процесса, составит

$$Q_{\text{норм}} = Q_{\text{тек}} + Q_{\text{подг}} + Q_{\text{страх}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{тек}}$ – величина текущего запаса материальных ресурсов; $Q_{\text{подг}}$ – то же подготовительного запаса материальных ресурсов; $Q_{\text{страх}}$ – то же страхового запаса материальных ресурсов.

Третий этап – оптимизация уровня производственного запаса сводится к минимизации математического ожидания потерь, вызванных влиянием случайных факторов. Оптимальным будет тот уровень запаса, при котором мате-

матическое ожидание потерь достигает минимума.

Четвертый этап – выявление «узких мест», полное либо частичное устранение которых позволит сократить размер необходимых производственных запасов.

Результаты анализа влияния факторов на уровень запаса материалов позволяют определить комплекс необходимых логистических преобразований в деятельности различных структур для улучшения результатов этой деятельности.

На пятом этапе решается задача разработки организационных мероприятий, реализация которых позволит сократить необходимые производственные запасы. Основные направления ликвидации «узких мест» представлены в табл. 3.

Таблица 3

Перечень мероприятий, направленных на минимизацию производственных запасов

Факторы	Действия
Нарушение поставщиком графика поставки материалов. Несоответствие качества материалов договору. Несоответствие количества материалов договору. Несоответствие поставленных материалов по номенклатуре	Выбор поставщика, обеспечивающего требуемый уровень качества материальных ресурсов. В случае если невозможно найти другого поставщика, необходимо участие предприятия в повышении качества поставляемых ресурсов. Согласование с поставщиками наиболее эффективных, с точки зрения затрат, сроков и условий поставки продукции
Высокая текучесть кадров. Низкое качество подготовки кадров. Несовершенство складского учета материалов. Несовершенство системы мотивации ресурсосбережения (брак). Ошибки планирования потребности в материальных ресурсах	Повышение квалификации персонала. Совершенствование технологии, организации производства готовой продукции, а также учета материалов, как на складе, так и в незавершенном производстве
Непредвиденное увеличение спроса на продукцию предприятия. Непредвиденное изменение состава заказа готовой продукции	Совершенствование работы службы маркетинга и сбыта. Совместная работа с клиентами, в том числе формирование и совместная реализация с заказчиками эффективной стратегии физического распределения готовой продукции

ВЫВОДЫ

Основные усилия по минимизации потерь, вызываемых дефицитом либо избытком материальных ресурсов в сфере снабженческой логистики, должны быть направлены на решение задачи обеспечения согласованности действий

поставщика и предприятия-получателя материалов в целях соблюдения плановых условий поставки. Вместе с тем производственная логистика должна стремиться к обеспечению минимизации потерь на производстве, а распределительная логистика – к повышению точности