

*Уважаемые коллеги!*

*Поздравляем вас с 70-летним юбилеем факультета экономики и управления Уральского государственного университета – УПИ! Уральская экономическая школа формировалась и развивалась на вашем факультете. Труды ваших великих предшественников и вашему труду обязаны научные коллективы ведущих вузов Урала. И на сегодняшний день ведущие доктора экономических наук Южного Урала горды тем, что прошли школу УГТУ–УПИ. Мы рады, что продолжается наше сотрудничество в области подготовки научных кадров и в учебном процессе. Уверены, что и впредь факультет экономики и управления УГТУ–УПИ будет флагманом экономической науки на Урале.*

*Желаем вам новых творческих успехов, здоровья и благополучия !*

И.А.Баев, д-р экон. наук, проф.,

А.Г.Бутрин, д-р экон. наук, проф.

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОКОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ<sup>1</sup>**

Условия рыночной экономики существенно изменили характеристики деловой среды, критерии оценки и механизмы управления предприятиями России. В современных экономических условиях принципиальное значение приобретает способность промышленных предприятий обеспечивать высокую экономическую эффективность в долговременном периоде при оптимальном спросе на продукцию. Сложность реализации такой стратегии обусловлена высокой степенью изменчивости состояний деловой среды.

Для обеспечения финансово-экономической устойчивости и развития промышленных предприятий необходима оптимизация его потоковых процессов в тесной связи с экономическими параметрами внешней и внутренней среды. Одним из направлений повышения эффективности функционирования предприятия является реализация резервов, обусловленных согласованием его материальных, финансовых и информационных потоков. Этим вызвана необходимость разработки новых теоретических подходов, методов и технологий организации и управления, позволяющих адаптировать предприятия к изменяющимся внешним условиям. Новые методы должны учитывать высокую вариативность среды, материальных, финансовых и информационных потоков предприятия, конъюнктуру рынка, необходимость согласования потоковых процессов предприятия.

Проблема формирования теоретических и методологических основ создания экономического механизма управления материальными, финансовыми и информационными потоками на промышленном предприятии остается малоизученной и требует дальнейшего исследования. В доминирующей сегодня логистической концепции финансовым и информационным потокам отводится пассивная роль, они являются только отражением системообразующего материального потока. Кроме того, большинство ученых рассматривают логис-

<sup>1</sup> Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 05-02-85-205а/у «Теория и методология управления потоковыми процессами»

тическую систему как закрытую, без диалектической связи внутренней и внешней среды. Таким образом, в настоящее время одним из значительных резервов эффективности управления промышленным предприятием является обеспечение соответствия его потоковых процессов в рамках противодействия факторам variability. В этой связи необходим пересмотр принципов и методов управления потоками, организационными и управленческими процессами, позволяющих повысить эффективность промышленного предприятия в новых экономических условиях.

Промышленное предприятие можно представить как множество определенным образом организованных потоков используемых ресурсов, являющееся системой неограниченной сложности. Потоковая природа процессов на предприятии из методологии рассматривалась как известно и в теории воспроизводства К. Маркса. Основой деятельности предприятия является процесс потребления и постоянного возобновления ресурсов, т.е. непрерывность ресурсных потоков. Предприятие существует только при непрерывном воспроизводстве. Потоковые процессы на предприятии необходимо рассматривать в единстве. Научной базой анализа и синтеза связей между потоками является теория отражения и регулирования, применяемая в философских подходах к системному изучению проблем производства. Отражение – это такое взаимодействие систем (или их подсистем), которое ведет к установлению определенного отношения между системами, когда содержание одной системы (отражающей) соответствует содержанию другой (отражаемой). Характер сложных взаимодействий потоковых процессов промышленного предприятия позволяет предположить наличие в системе их взаимоотражения. При этом механизм взаимоотражения имеет отражающую и регулируемую специфику (рис.1).

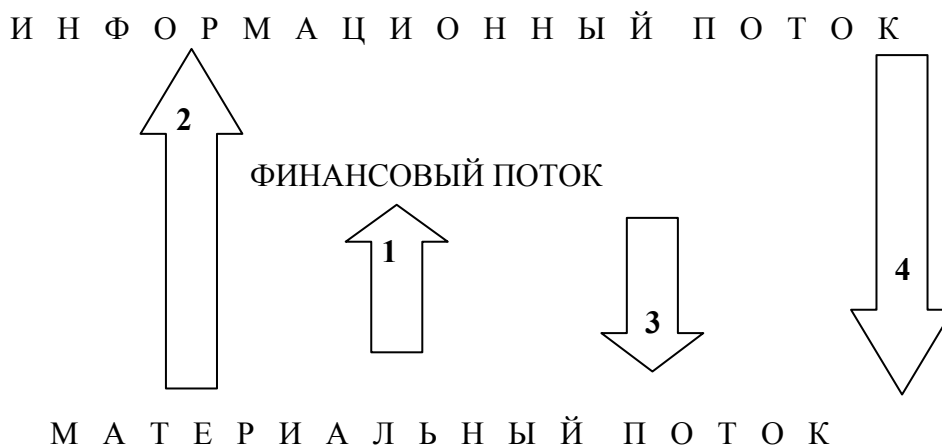


Рис.1. Взаимоотражение потоков промышленного предприятия

Финансовый и информационный потоки целесообразно трактовать с двух позиций:

1) как отраженное разнообразие материального потока (прямые связи 1,2). В этом случае отражаемой подсистемой является материальная, отражающей – финансово-информационная; механизм взаимоотражения формирует операционный цикл предприятия. Изменчивость внешней среды определяет изменчи-

вость внутренней среды предприятия, усложняя его природу, приводя к рассогласованию потоковых процессов производственно-коммерческого цикла;

2) как способ регулирования отклонений в материальном потоке (обратные связи 3,4). Здесь отражаемой подсистемой является финансово-информационная, отражающей – материальная; механизм взаимоотражения обеспечивает ликвидацию рассогласования в операционном цикле.

Эффективная организация производственного процесса на промышленном предприятии обеспечивается оптимизацией структуры и параметров его логистической системы по показателю соответствия материальных, финансовых и информационных потоков. Ключевой задачей оценки соответствия потоковых процессов является определение временного соответствия финансового потока материальному. Исходя из этого показателем соответствия потоковых процессов, по нашему мнению, должно являться время запаздывания. Коэффициент соответствия необходимо находить по формуле

$$K_c = 1 - \frac{|t_{\text{зап}} - t_{\text{зап}}^*|}{t_{\text{зап}}^*}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{зап}}$  – фактическое запаздывание между финансовым и материальным потоками;  $t_{\text{зап}}^*$  – оптимальное запаздывание между финансовым и материальным потоками;  $|t_{\text{зап}} - t_{\text{зап}}^*|$  – рассогласование потоковых процессов.

Считаем, что исходящий материальный поток в виде поставки готовой продукции и входящий финансовый поток в виде оплаты согласованы, если запаздывание между ними оптимально.

Задача оптимизации потоковых процессов сводится к определению оптимального времени запаздывания по критерию минимальных интегральных затрат, которое позволит идентифицировать оптимальный экономический поток. Отклонение фактического времени запаздывания от оптимального позволит найти величину экономических потерь и задействовать внутренние и внешние резервы их ликвидации.

Состав интегральных затрат зависит от запаздывания оплаты или поставки. В случае запаздывания входящего финансового потока относительно исходящего материального, например, (отсрочка оплаты) затраты на согласование включают затраты на поддержание вложений в дебиторскую задолженность, запасы, сомнительную задолженность, связанные затраты. Потери состоят из скидок, направленных на ускорение платежей, и эффекта «ухода покупателя», которого не устраивает запаздывание оплаты. С увеличением запаздывания оплаты растут затраты на согласование потоков и снижаются потери. Оптимальной организации логистической системы соответствуют минимальный уровень интегральных потерь в системе и соответствующее запаздывание. Целевой функцией управлению потоками является

$$y = \left( \begin{array}{l} a_1 M_k + a_2 M_{kX_1} + a_3 M_k + a_4 M_{kX_1} - a_4 M_{kX_1}^{1/2} + \\ + \frac{a_5 M_k}{v_1 + \alpha_1 X_1} + \frac{a_6}{v_2 + \alpha_2 X_1} \end{array} \right) \rightarrow \min \quad (2)$$

где  $y$  – интегральные затраты на согласование потоков;  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  – константы;  $M_k$  – интенсивность поставки продукции в кредит;  $v_1, \alpha_1$  – параметры конкурентной среды предприятия, характеризующие темп потерь от скидок;  $v_2, \alpha_2$  – параметры конкурентной среды предприятия, характеризующие темп потерь от «ухода покупателя»;  $x_1$  – запаздывание оплаты готовой продукции.

Во втором случае – запаздывание исходящего материального потока относительно совершения покупателем предварительной оплаты (момент предоплаты совпадает с моментом размещения заказа на продукцию) – затраты на согласование включают затраты на поддержание вложений в запасы. Они рассчитаны на основе динамической теории фирмы Дж. Форрестера, согласно которой одна часть заявок удовлетворяется за счет запасов на складе, другая – за счет производства:

$$x = x_1 + jx_2 + (1 - j) \cdot (x_3 + x_4), \quad (3)$$

где  $x$  – запаздывание выполнения заказов предприятием;  $x_1$  – запаздывание оформления заказа на заводе;  $j$  – часть общего числа требований, удовлетворяемая за счет запасов готовой продукции;  $x_2$  – запаздывание отгрузки товара со склада;  $x_3$  – производственное запаздывание;  $x_4$  – запаздывание в нормальном портфеле заказов, дни.

Потери также состоят из скидок, компенсирующих «омертвление» средств покупателя в предоплате, и эффекта «ухода покупателя». Последний обусловлен двумя причинами: значительное запаздывание поставки готовой продукции и требование значительной предоплаты. С увеличением запаздывания поставки снижаются затраты на согласование потоков и увеличиваются потери. Критерием функционирования предприятия в условиях запаздывания материального потока является

$$y = \left( \begin{array}{l} -C_1 \cdot M_n \cdot \ln \left( \frac{j_{\max} - j}{j_{\max}} \right) + C_2 M_n (e^{\varepsilon(x-c)} - 1) + \\ + C_3 \cdot (e^{\delta(x-c)} + e^{\delta_1(i-a_2)} + C_4 - ki) \end{array} \right) \rightarrow \min \quad (4)$$

где  $C_1, C_2, C_3, C_4$  – константы;  $M_n$  – интенсивность поставки продукции по предоплате;  $\varepsilon$  – параметр конкурентной среды предприятия, характеризующий темп потерь от скидок;  $\delta$  и  $\delta_1, k$  – параметры конкурентной среды предприятия, характеризующие темпы потерь от «ухода покупателя» вследствие соответственно значительного запаздывания поставки и предоплаты;  $c$  – минимальное запаздывание поставки, которое определяется отгрузкой со склада;  $i$  – удельный вес первого платежа в стоимости продукции (предварительная оплата),

$a_2$  – минимальная предоплата;  $j$  – доля заказов, удовлетворяемых за счет запасов;  $j_{\max}$  – верхний предел доли заказов, удовлетворяемых за счет запасов;  $x$  – запаздывание поставки готовой продукции.

С учетом причинно-следственной связи потоковых процессов экономико-математическое моделирование осуществлено по двум направлениям. Результаты моделирования запаздывания оплаты представлены рис. 2.

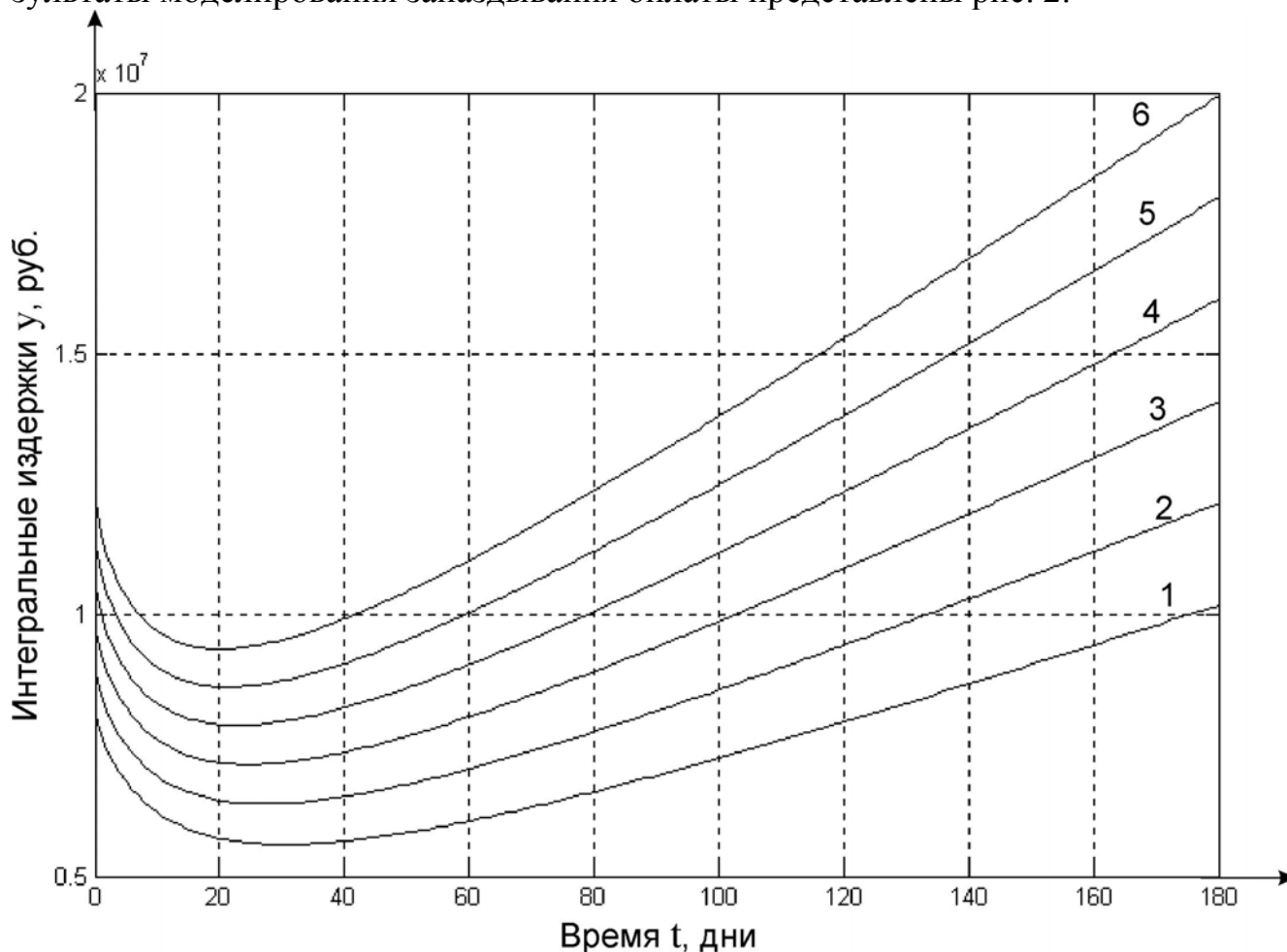


Рис.2. Динамика интегральных затрат предприятия в зависимости от запаздывания оплаты: 1 – исходящий материальный поток интенсивностью 50 млн. руб./г.; 2 – 60 млн. руб./г.; 3 – 70 млн. руб./г.; 4 – 80 млн. руб./г.; 5 – 90 млн. руб./г.; 6 – 100 млн. руб./г..

Моделирование запаздывания оплаты позволило получить следующие характеристики оптимального потока предприятия для интенсивности поставки 50 млн. руб./г.: запаздывание оплаты 30 дней с момента отгрузки готовой продукции, интегральные затраты на согласование потоков 5,6111 млн. руб. Установлено, что с увеличением интенсивности поставки оптимальное время запаздывания оплаты уменьшается, так как средние и крупные предприятия стремятся диктовать свои условия контрагентам, по существу формируют рыночную среду.

Результаты моделирования запаздывания поставки готовой продукции относительно оплаты представлены рис. 3.

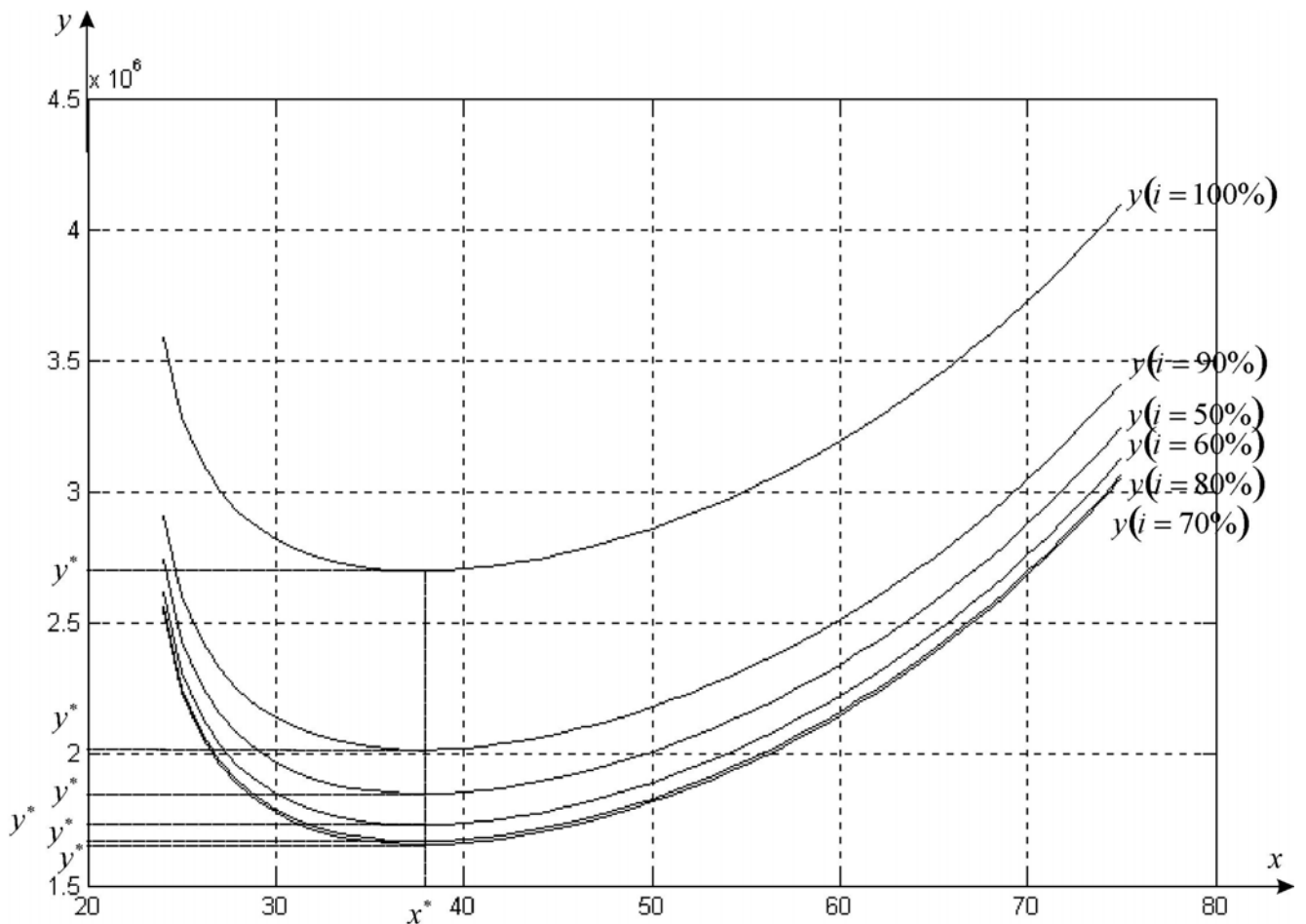


Рис. 3. Зависимость интегральных затрат от запаздывания поставки

Моделирование запаздывания поставки позволило получить следующие характеристики оптимального потока промышленного предприятия для интенсивности поставки 50 млн. руб./г.: предварительная оплата 70 % от стоимости продукции, запаздывание поставки 38 дней с момента получения заказа на продукцию, интегральные затраты на согласование потоков 1,6558 млн. руб. Установлено, что с увеличением интенсивности поставок увеличивается запаздывание поставки, что выгодно производителю.

Оптимальному запаздыванию (38 дней) соответствует оптимальный динамический баланс взаимодействия предприятия со средой: 57 % всех заказов промышленное предприятие удовлетворяет за счет существующих запасов, 43 % – за счет производства. Если предприятие производит уникальную продукцию, то доля заказов, удовлетворяемых за счет производства, и запаздывание поставки будут стремиться к максимальным значениям. Соответственно в условиях жесткой конкуренции, доля заказов, удовлетворяемых за счет производства, и запаздывание поставки будут стремиться к минимальным значениям.

Несовпадение фактических и оптимальных значений параметров потоков приводит к экономическим потерям от рассогласования потоков, которые целесообразно трактовать как составляющую резервов повышения эффективности предприятия. В числе резервов совершенствования управления потоками необходимо выделять резервы, обусловленные оптимизацией, во-первых, запаздывания потоковых процессов относительно друг друга; во-вторых, предва-

рительной оплаты при запаздывании поставки; в-третьих, структуры потоковой системы. Первый вид резервов представляет собой разность между интегральными затратами предприятия при фактическом и оптимальном запаздываниях материального и финансового потоков. Любое отклонение фактического значения запаздывания от оптимального, определенного по критерию минимума затрат, приводит к дополнительным затратам предприятия, которые целесообразно трактовать как потери от рассогласования. По составу они включают в себя прямые затраты на согласование потоков и упущенную выгоду.

Второй вид резервов представляет собой разность между интегральными затратами предприятия при фактической и оптимальной предварительной оплате.

Третий вид резервов связан с оптимизацией структуры потоковой системы при фиксированной оптимальной предоплате. Необходимость определения данного резерва объясняется тем, что второй вид резерва практически не учитывает возможности снижения высоких рисков потребителя, объективно возникающих в связи с запаздыванием поставки продукции. Снижение риска и скидок, обусловленных запаздыванием, может быть обеспечено, например, применением товаро-распорядительного документа, отражающего двуединство материального и финансового потоков – складского свидетельства. В этом случае резерв третьего вида соответствует эффекту от внедрения складских свидетельств и представляет собой разность между минимальными интегральными затратами до и после внедрения складских свидетельств.

Реализация рассматриваемых резервов должна происходить посредством согласования потоков. Согласование представляет собой приведение в соответствие оптимизированных и неоптимизированных параметров потоков. Согласование потоков как адаптационный процесс имеет несколько иерархических уровней, соответствующих различным этапам управления предприятием: параметрическое, структурное, системное согласование и адаптация целей. Методы согласования потоковых процессов промышленного предприятия реализуются на всех уровнях управления и состоят в регулировании параметров материальных и финансовых потоков, расширении «узких звеньев», снятии ведущих ограничений и программно-целевом управлении (табл. 1).

Таблица 1

## Иерархия и взаимосвязь методов и объектов согласования потоков

Уровни согласования	Методы управления процессом согласования			
	Программно-целевой метод	Снятие ведущих ограничений	Расширение «узких звеньев»	Регулирование параметров потоков
Адаптация целей	1			
Системное согласование		2		
Структурное согласование			3	
Параметрическое согласование				4

\*Объекты согласования потоков

1–система целей; 2– структура и функции; 3–элементы; 4–алгоритмы действий.

Соответствие фактических параметров материальных, финансовых и информационных потоков оптимальным обеспечивается: в краткосрочном периоде – параметрическим и структурным согласованием; в долгосрочном периоде – системным согласованием и адаптацией целей. Оценку экономическую эффективности согласования потоков необходимо осуществлять:

– в краткосрочном периоде – по критерию положительного сальдо экономического резерва и затрат на его реализацию:

$$\Delta y - Z^{\text{тек}} > 0, \quad (5)$$

где  $\Delta y$  - экономический резерв, руб.;  $Z_1^{\text{тек}}$  – текущие затраты на реализацию резерва, руб;

– в долгосрочном периоде – по критерию чистого дисконтированного дохода:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\Delta y - Z_t) \frac{1}{(1 + E)^t} > 0, \quad (6)$$

где  $\Delta y$  – результат, достигаемый на  $t$ -ом шаге, т.е. величина резерва, реализация которого требует капитальных вложений;  $Z_t$  – затраты на этом шаге.

Реализация параметрического согласования потоков на крупном машиностроительном предприятии Челябинска позволило получить следующие результаты. Факторинговая сделка, направленная на реализацию первого вида резерва, экономически целесообразна при рассогласовании потоков свыше 26 дней. При рассогласовании менее 26 дней необходимо использовать низкзатратные регулирующие меры непотокового характера, например, ужесточение условий договоров, требование высоколиквидного обеспечения задолженности, совершенствование организационной структуры управления финансовыми потоками, разработка соответствующей системы стимулирования менеджмента.

Привлечение заемных средств для задействования второго вида резерва приносит доход начиная с предоплаты 92 %. При нахождении предоплаты в пределах от 70 до 92 % предприятию необходимо организовывать низкзатратные регулирующие финансовые потоки в рамках авального, акцептного, вексельного кредитования.

Реализация метода структурного согласования посредством внедрения инновационных инструментов структурирования экономического потока позволяет снизить потери и задействовать экономический резерв третьего вида в размере 403 тыс. руб.

Для определения оптимальной устойчивости предприятия в теории потоковых процессов расширена экономико-математическая модель запаздывания поставки продукции. Так, затраты на согласование потоков включают затраты по связыванию капитала в материальном «буфере», емкость которого складывается



ся из пассивных (сбытовых) запасов, предназначенных для удовлетворения спроса на готовую продукцию предприятия, т.е. для согласования исходящего материального и входящего финансового потоков, и активных запасов, трансформируемых в товарораспорядительные документы, предназначенных для ликвидации рассогласования в финансовых потоках предприятия. При увеличении запаздывания снижаются затраты на образование материального «буфера», обеспечивающего согласование и ликвидацию рассогласования в потоковых процессах промышленного предприятия.

Состав потерь в системе также требует дополнения. Так, кроме потерь от скидок и «ухода покупателя» необходимо выделять потери в виде процентов на привлечение банковского кредита.

Целевой функцией устойчивости предприятия в теории потоковых процессов должен быть минимум интегральных затрат на организацию соответствия рассогласующих и регулирующих потоков, включающие затраты на согласование потоков и потери в системе:

$$y = \left( -H_{\text{пр}} \cdot \left[ \frac{\nu \cdot M_{\text{п}}}{c_1} \cdot \ln \left( \frac{j_{\text{max}} - j}{j_{\text{max}}} \right) + \frac{\mu \cdot \Phi_{\text{р}}^-}{c_2} \cdot \ln \frac{\chi_{\text{max}} - \chi}{\chi_{\text{max}}} \right] + \right. \\ \left. + C_2 M_{\text{п}} \left( e^{\varepsilon(x-c)} - 1 \right) + C_3 \cdot \left( e^{\delta(x-c)} + e^{\delta_1(i-a_2)} - 2 + \nu - ki \right) + \frac{\Phi_{\text{р}}^+ \cdot \text{ПС} \cdot x_{\text{расс}}}{365} \right) \rightarrow \min$$

где  $y$  – интегральные затраты на согласование потоков;  $H_{\text{пр}}$  – норма прибыли предприятия;  $\nu$  – коэффициент относительного запаса на заводе, связывающий уровень желательного пассивного запаса товаров со средним темпом продаж;  $M_{\text{п}}$  – интенсивность поставки по предоплате;  $j_{\text{max}}$  – максимальная часть заявок, удовлетворяемая за счет пассивных запасов;  $\mu$  – коэффициент относительного запаса на заводе, связывающий уровень желательного активного запаса товаров со средним темпом рассогласующих потоков;  $\Phi_{\text{р}}^-$  – прогнозируемая интенсивность рассогласующего потока;  $c_1, c_2, C_2, C_3$  – константы;  $\chi_{\text{max}}$  – верхний предел доли «узкого звена» в финансовых потоках, ликвидируемого за счет активных запасов, наполняющих складские свидетельства;  $\varepsilon$  – параметр конкурентной среды предприятия, характеризующий темп потерь от скидок;  $\delta$  и  $\delta_1$ ,  $k$  – параметры конкурентной среды предприятия, характеризующие темпы потерь от «ухода покупателя» соответственно вследствие значительного запаздывания поставки и предоплаты;  $c$  – минимальное запаздывание поставки, которое определяется отгрузкой со склада;  $i$  – предварительная оплата;  $a_2$  – минимальная предоплата;  $x$  – запаздывание поставки готовой продукции;  $\Phi_{\text{р}}^+$  – интенсивность внешнего регулирующего потока, соответствующая интенсивности рассогласующего потока; ПС – процентная ставка привлечения внешних финансовых ресурсов;  $x_{\text{расс}}$  – рассогласование потоковых процессов.

Управление потоковыми процессами на промышленном предприятии должно иметь организационное обеспечение. При логистическом подходе на сред-

нем и крупном промышленном предприятиях выделяется и получает существенные права Центр логистики, включающий отделы организации логистического управления, комплексного планирования, диспетчирования потоковых процессов и продаж готовой продукции. Задачами Центра логистики должны быть стратегическое и тактическое планирования затратных, ресурсных и результирующих потоков, в том числе разработка логистической стратегии согласования интересов участников логистических цепей; разработка и реализация инвестиционных проектов логистизации сбыта продукции на предприятии; создание или совершенствование и формализация процедур взаимодействия участников единого процесса производства и поставок готовой продукции; логистическое целеполагание сбыта продукции на предприятии, получение согласованного и утвержденного маркетингового плана-прогноза продаж и принятие его в качестве основания для осуществления комплексного планирования; воспроизводство комплексного плана предприятия; управление технологическими процессами приема, хранения и отпуска машиностроительной продукции; создание правового и нормативного обеспечения логистической системы предприятия; контроллинг потоковых процессов; формирование информационного обеспечения управления потоками; минимизация потерь и сохранение качественных характеристик продукции в процессе физического распределения; интенсификация разработок и сокращение сроков внедрения прогрессивных технико-технологических средств в управление потоками; оптимизация кадрового обеспечения в сфере логистики.