

3.2. МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Барыкин С.Е., д.э.н., доцент, профессор кафедры логистики и организации перевозок;
Карпунин С.А., аспирант кафедры логистики и организации перевозок

Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет (СПбГИЭУ)

Денежные активы являются частью оборотных средств предприятия. Однако финансовый менеджмент уделяет недостаточно внимания вопросам формирования денежного запаса компании. Показано, что дальнейший прогресс теории логистики требует развития моделей управления потоками финансовых ресурсов. В работе представлена методология финансовой логистики. Рассмотрен качественно новый синтез моделей управления материальными и финансовыми ресурсами логистической системы посредством проведения информационных транзакций. Была разработана модель оптимизации финансового запаса и запаса материальных ресурсов компании.

ВВЕДЕНИЕ

Логистика начала формироваться в 1950-х гг., хотя характерные для логистики процессы осуществлялись ранее в хозяйственной деятельности, но выполнялись разрозненно, без какой-либо логистической, в современном понимании, концепции управления [8, с. 23]. В период с 1950-х гг. идея управления запасами на основе прогнозирования спроса на отдельные группы товаров, сырья и материалов получает дальнейшее распространение в сфере обращения финансовых потоков. Можно выделить следующие этапы развития теории управления денежным запасом:

- подготовительный (XVIII – первая половина XX в.);
- предметный (1952–1970 гг.);
- теоретический (1970–2000 гг.);
- системообразующий (2000 г. – по настоящее время).

Анализ этапов эволюции моделей управления денежными запасами позволил выявить закономерность, заключающуюся в том, что дальнейшее развитие моделей управления денежным запасом будет основано на синтезе моделей управления материальными и финансовыми потоками.

Проблему определения оптимального денежного запаса можно сформулировать следующим образом. Денежные средства представляют собой часть оборотных активов предприятия. Без этого актива невозможна операционная и инвестиционная деятельность компании. Если предприятие обладает минимальным запасом денежных средств, то возникают издержки по пополнению этого запаса, так называемые «издержки на привлечение финансовых ресурсов». Если же компания накапливает значительный денежный запас, то увеличиваются издержки, связанные с неиспользованными возможностями (издержки хранения запаса).

Российскими учеными обосновано, что логистические модели могут применяться не только к управлению запасами материальных ресурсов, но также рационально их использовать в процессе расчета оптимального запаса денежных средств компании [2]. Анализ ранее разработанных моделей управления денежным запасом показывает, что в основе применяемого подхода заложен принцип поиска компромисса между постоянными издержками на привлечение денежных средств (например, путем совершения сделок с ценными бумагами) и затратами на содержание денежного запаса (издержки, связанные с упущенной выгодой) [1].

1. ПРИНЦИПЫ ФИНАНСОВОЙ ЛОГИСТИКИ

Следует согласиться с известными зарубежными учеными в области управления финансами Дж. К. Ван Хорном и Джоном М. Ваховичем (мл.), что не все потребно-

сти предприятия в денежных средствах обеспечиваются исключительно за счет средств на счетах предприятия. [3, с. 308]. Часть этих потребностей может обеспечиваться ликвидными ценными бумагами, представляющих собой активы, почти эквивалентных деньгам.

Профессор В.В. Ковалев справедливо отмечает, что с позиции теории инвестирования денежные средства представляют собой один из частных случаев инвестирования в товарно-материальные ценности. Поэтому к ним применимы общие требования, которые предъявляются к материальным запасам. Мотивы предприятий следует разделить на три группы:

- компании необходим базовый запас денег для выполнения текущих расчетов;
- необходимы определенные денежные средства для покрытия непредвиденных расходов;
- компания заинтересована во владении определенным объемом денежных средств для планируемого расширения своей деятельности.

Следовательно, к денежным средствам могут быть применены модели, разработанные в теории управления запасами и позволяющие оптимизировать величину денежных средств [6, с. 284]. Компании следует решить следующие задачи в процессе управления денежным запасом:

- определить общий объем денежных средств;
- рассчитать объем финансовых вложений в ценные бумаги;
- сроки, когда следует переводить денежные средства в ценные бумаги и наоборот.

Рассмотрим наиболее известные модели формирования инвестиционного портфеля.

Модель Г. Марковица

В соответствии с этой моделью инвестируемый капитал распределяется по различным типам активов: акциям, облигациям, недвижимости и т.д. Модель Марковица применяется на первом этапе формирования портфеля активов.

Модель У. Шарпа

В 1963 г. учеником Г. Марковица У. Шарпом была предложена однофакторная модель рынка капиталов, в которой впервые появились альфа и бета характеристики акций. Однофакторная модель Шарпа применяется на втором этапе формирования инвестиционного портфеля, когда капитал, инвестируемый в определенный сегмент рынка активов, распределяется между отдельными конкретными активами.

Модель оценки капитальных активов (САРМ)

Следует согласиться с мнением Ю. Ф. Касимова, что основным результатом модели САРМ является установление соотношения между доходностью и риском актива для равновесного рынка [5]. При этом при выборе оптимального портфеля инвестор учитывает систематический риск, а не весь уровень риска, связанного с активом, как по модели Марковица. Этот риск количественно представляется коэффициентом бета (введенным Шарпом в его однофакторной модели. Остальная часть уровня риска – несистематический риск, который зависит от выбора инвестиционного портфеля.

Арбитражная модель оценки активов (АРМ)

В 1977 г. С. Россом была предложена альтернативная модель оценки капитальных активов – арбитраж-

ная модель. По мнению сторонников этой модели, ее преимуществом является то, что она в большей мере, чем модель **САРМ**, допускает эмпирическую проверку. Модель **АРМ** строится на основе принципа, который заключается в том, что соотношение между доходностью и риском должно быть таким, чтобы ни один индивидуальный инвестор не получил неограниченный доход от сделки, не учитывая риска вложения денег в приобретение актива.

Модель Блека-Шоулса

В 1973 г. М. Шоулсом и Ф. Блеком разработана модель опционов, основанная на возможности осуществления безрисковой сделки с одновременным использованием акции и выпущенным на нее опционом. Цена такой сделки должна совпадать с оценкой безрисковых активов на рынке. Вероятностная оценка стоимости опциона зависит от динамики рыночной цены акции.

Модели управления денежным запасом

Финансовый менеджмент включает изучение действий, связанных с приобретением, слиянием, финансированием, управлением активами, но не уделяет достаточно внимания исследованию формирования оптимального запаса денежных средств. Одним из направлений исследования денежных потоков является изучение возможностей управления запасами денежных средств аналогично управлению запасами материальных ресурсов. При этом следует детально рассмотреть применение моделей и методов теории логистики в процессе управления денежными запасами. Логистические модели управления финансами позволяют сочетать методы финансового менеджмента (дисконтирования и наращивания денежных потоков) и методы и модели теории логистики.

Логистическое управление финансами компании рассматривает взаимодействие трех основных потоков (финансового, информационного и материального) и не ограничивается инструментарием финансового менеджмента. Методологический аппарат финансовой логистики включает три основных принципа.

1. Принцип исследования взаимодействия потоков материальных, финансовых и информационных ресурсов в микрологистической системе с учетом их взаимосвязи и взаимовлияния.
2. Принцип сходства аналитического описания материальных, финансовых и информационных потоков.
3. Принцип поиска компромисса между издержками на привлечение материальных и финансовых ресурсов и затратами на их содержание.

Эти принципы раскрываются в процессе рассмотрения теоретических моделей взаимодействия потоков ресурсов и синтезе моделей управления потоками в микрологистической системе, под которой будем понимать корпоративную структуру, предприятие или небольшую фирму (в зависимости от масштаба изучения).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ

Потоки материальных, финансовых и информационных ресурсов, взаимодействуя в микрологистической системе, образуют единый логистический поток. Рассмотрим модели взаимодействия потоков через последовательность действий (транзакций), совершаемых одной из сторон в логистике. Введем обозначения:

- ϕ – финансовый поток;
- u – информационный поток;
- m – материальный поток.

Будем считать, что транзакции могут относиться ко всем рассматриваемым потокам:

- материальному (поставка товаров);
- финансовому (оплата);
- информационному (передача информации о потребностях звена логистической системы).

Если потоки не совпадают во времени, то количество комбинаций транзакций будет равно числу перестановок (P_3):

$$P_3 = 3! = 6.$$

Одна из комбинаций транзакций предполагает, что поступающая звену логистической системы информация содержит сведения о потребности в необходимом количестве материальных запасов. При этом оплата поставщику ресурсов опережает поступление материальных активов (рис. 1. а).

Динамика потоков в случае, если две транзакции совершаются на одном шаге модели, предполагает проведение предварительной работы по расчету потребности в оборотных средствах и последующую оплату поставщику по мере поступления его продукции (рис. 1, б). Тогда количество комбинаций транзакций будет равно числу размещений из трех элементов по два A_3^2 :

$$A_3^2 = 3 * (3 - 2 + 1) = 6.$$

Более сложная модель динамики потоков представляет собой повторение одной из транзакций при исполнении совершения одной транзакции подряд на двух шагах модели при чередовании одной (рис. 1, в) или двумя другими транзакциями (рис. 1, г), то общее число таких комбинаций равно 18:

$$3 * (C_4(2, 1, 1) - P_3) = 18,$$

где $C_4(2, 1, 1)$ – число перестановок из четырех элементов, среди которых имеется два элемента первого типа и по одному элементу второго и третьего типа.

Докажем это утверждение

Определим общее число перестановок, в которых поток (например, финансовый) повторяется два раза и при этом может, как чередоваться, так и не чередоваться ни одним другим потоком. Известно, что число различных перестановок, которые можно составить из n элементов, среди которых есть k_1 элементов первого типа, k_2 элементов второго типа, ..., k_m элементов m -го типа, равно [9, с. 28]:

$$C_n(k_1, k_2, \dots, k_m) = \frac{n!}{k_1! \dots k_m!}.$$

Если поток повторяется и не чередуется ни одним другим потоком, то число таких комбинаций потоков равно числу перестановок (P_3):

$$P_3 = 3!.$$

Следовательно, количество комбинаций потоков, если финансовый поток повторяется во времени и чередуется одним или двумя другими потоками можно вычислить по формуле:

$$C_4(2, 1, 1) - P_3 = \frac{4!}{2! * 1! * 1!} - 3! = 6,$$

где $C_4(2, 1, 1)$ – число перестановок из четырех элементов (потоков), среди которых имеется повторяю-

щийся два раза финансовый поток и без повторов информационный и материальный потоки.

Рассуждения аналогичны для информационного и материального потоков, повторяющихся и чередующихся одним или двумя другими потоками. Поэтому формула расчета комбинаций потоков, если один поток из трех будет повторяться два раза, но при этом обязательно чередоваться одним или двумя другими потоками, имеет вид:

$$3 * (C_4(2,1,1) - P_3) = 3 * (12 - 3!) = 18$$

Утверждение доказано

Количество комбинаций транзакций при повторении одной из них два раза, как чередующихся, так и не чередующихся одной или двумя другими транзакциями, (рис. 1, д) равно:

$$3 * C_4(2,1,1) = 3 * \frac{4!}{2! * 1! * 1!} = 36$$

Наконец, представим, что существует комбинация потоков, предполагающая повторение всех потоков (рис. 1, е).

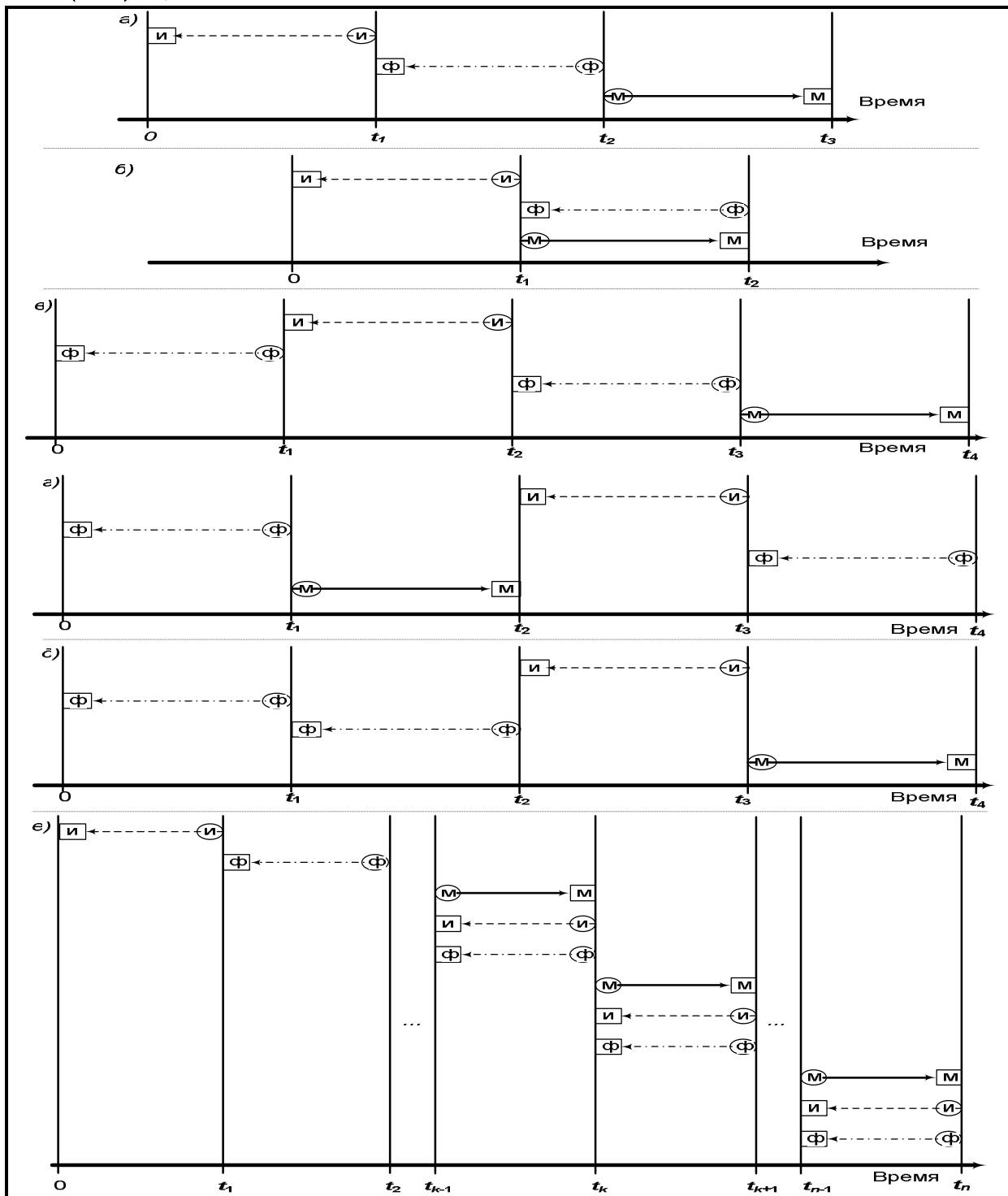


Рис. 1. Динамика потоков компании

Пояснение к рис. 1:

- а – транзакции не совпадают во времени;
- б – две транзакции компании из трех совпадают во времени;
- в – одна транзакция повторяется и чередуется одной из двух других транзакций;
- г – одна транзакция повторяется и чередуется двумя другими транзакциями;
- д – одна транзакция повторяется, как чередуясь, так и не чередуясь одной или двумя транзакциями;
- е – все транзакции повторяются несколько раз:
 - $\begin{matrix} \text{И} & \text{И} \\ \text{И} & \text{И} \end{matrix}$ – начало и конец информационного потока;
 - $\begin{matrix} \text{Ф} & \text{Ф} \\ \text{Ф} & \text{Ф} \end{matrix}$ – начало и конец финансового потока;
 - $\begin{matrix} \text{М} & \text{М} \\ \text{М} & \text{М} \end{matrix}$ – начало и конец материального потока.

Разбивая период времени T на n равных промежутков времени и рассматривая модели динамики потоков в определенном промежутке времени:

$$\Delta t_k = t_k - t_{k-1} \quad (k = 1, 2, \dots, n),$$

можно сделать вывод относительно каждой рассматриваемой транзакции (относящейся к информационному, финансовому или материальному потоку): она либо существует в промежутке времени Δt_k , либо не существует, т.е. равна нулю. При этом сама логистическая система существует всегда. Например, транзакция, относящаяся к информационному потоку в промежутке Δt_1 , существует, а транзакции, относящиеся к финансовому и материальному потокам, не существуют, т.е. равны нулю. В промежутке Δt_2 существует только финансовый поток, а транзакции с информационными и материальными потоками отсутствуют. В промежутках Δt_k , Δt_{k+1} и Δt_n существуют все транзакции. Следовательно, в промежутке Δt_k для каждой транзакции, относящейся к единому потоку материальных, финансовых и информационных ресурсов компании характерно одно из двух состояний. Поэтому всего возможно 2^{3n} состояний транзакций в модели, предполагающей n шагов. Различные модели взаимодействия потоков, составляющих единый логистический поток компании, приведены в табл. 1.

Таблица 1

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ И ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Характеристика модели	Общее число шагов	Возможность повторения транзакции	Количество комбинаций транзакций
Совершение одной транзакции на шаге k	3	Нет	6
Совершение двух транзакций на шаге k	3	Нет	6
Динамика потоков при невозможности совершения транзакции на шаге Δt_k и Δt_{k+1}	4	Да	18
Динамика потоков при совершении транзакции на шаге Δt_k и Δt_{k+1}	4	Да	36
Совершение трех транзакций на любом шаге Δt_k из n	n	Да	2^{3n}

Можно сделать вывод, что увеличение числа шагов в модели динамики потоков при допущении повторений транзакций приводит к усложнению моделей взаимодействия потоков логистической системы.

3. ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Сложность системы из q одинаковых независимых элементов, т.е. таких, состояния которых не зависят от состояний других элементов, характеризуется числом возможных состояний системы как целого, которое составляет в данном случае R^q , где R – число равновероятных состояний одного элемента. Оценка сложности C логистической системы получается из вышеприведенной путем логарифмирования:

$$C = \log R^q = q \log R,$$

Оценка сложности логистической системы из q элементов с равновероятными состояниями:

$$C = -q \log P_k,$$

где $P_k = 1/R$ – вероятность k -го состояния элемента. Для логистического потока из q элементов с неравновероятными состояниями получаем:

$$C = -q \sum_{k=1}^R P_k \log P_k.$$

При этом величину H , равную:

$$H = -\sum_{k=1}^R P_k \log P_k$$

будем называть энтропией логистического потока. В соответствии с [4] энтропия является теоретико-информационной мерой степени неопределенности случайной величины. Для дискретной случайной величины X с распределением вероятностей:

$$\{p_k, k=1, 2, \dots\},$$

где $p_k = P\{X = x_k\}$, а $X = \{x_k, k = 1, 2, \dots\}$ – множество значений X , энтропия $H(X)$ определяется равенством:

$$H(X) = -\sum_k p_k \log p_k.$$

Рассмотрение логарифма по основанию два соответствует выбору бит (двоичная единица), а рассмотрение e в качестве основания логарифма – выбору нат (натуральной единицы) в качестве единицы измерения.

Сложность логистического потока компании с равновероятными состояниями можно оценить по формуле:

$$C = -\log \left(\frac{1}{2^3} \right)^n = 3n \log 2.$$

В общем случае:

$$C = Hq,$$

а в единицу времени сложность логистической системы равна:

$$C = q \log R = 3 \log 2.$$

Тогда:

$$H = \frac{C}{q} = \log 2.$$

Ограничившись рассмотрением логистического потока с несовпадающими во времени транзакциями (рис. 1, а), имеем минимальное отличное от нуля значение H , соответствующее числу состояний единицы логистического потока, равному двум. В этом случае в определенном промежутке времени существует только одна транзакция (относящаяся к информационному, финансовому или материальному потоку). Два других элемента равны нулю. Значит, основание логарифма можно принять равным двум, чтобы выполнялось равенство:

$$\log_2 2 = 1$$

Рассмотрим следующее важное свойство энтропии логистического потока. Различным комбинациям транзакций логистического потока сопоставим различные вероятности, обозначенными буквами латинского алфавита. Если транзакция будет отсутствовать, то вместо символа транзакции поставим ноль. Тогда наибольшей неопределенностью обладает логистический поток, для которого все комбинации транзакций одинаково вероятны, т.е.:

$$p_k = \frac{1}{n} * (k=1, 2, \dots, n).$$

Проведем сравнение двух логистических потоков, планируемых компанией в некоторый промежуток времени. В первом случае, компания допускает возможность появления всех комбинаций транзакций с одинаковой вероятностью (табл. 2).

Таблица 2

ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАЦИЙ ТРАНЗАКЦИЙ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТОКА, ОБЛАДАЮЩЕГО НАИБОЛЬШЕЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

Наименование исхода	Комбинация элементов	Вероятность исхода
A	{u, ф, м}	0,125
B	{u, ф, 0}	0,125
C	{u, 0, м}	0,125
D	{0, ф, м}	0,125
E	{u, 0, 0}	0,125
F	{0, ф, 0}	0,125
G	{0, 0, м}	0,125
H	{0, 0, 0}	0,125

Исходы **A** и **H** отличаются от прочих тем, что:

- в первом случае все элементы потока присутствуют, а во втором – все элементы отсутствуют. Отсутствует уверенность в наступлении одного определенного исхода из восьми, так как вероятности появления любой комбинации транзакций рассматриваемого логистического потока равны;
- во втором случае, компания планирует с достаточно высокой степенью уверенности, что в течение рассматриваемого промежутка времени будет существовать только комбинация транзакций, относящихся к информационному и финансовому потокам (табл. 3).

Достаточно высокая степень вероятности появления комбинации транзакций информационного и финансового потоков (0,9) и относительно низкие вероятности возникновения других комбинаций транзакций логистического потока указывают более высокую степень определенности логистического потока, рассматриваемого во втором случае.

Такая ситуация возникает, например, когда компания с высокой долей вероятности планирует в срок погасить задолженность перед поставщиком сырья и материалов. Вероятность возникновения других ситуаций, например, возврат полученных материалов обратно поставщику по причине невозможности погасить задолженность оценивается как маловероятное событие.

Введение понятия энтропии единого потока позволяет судить о его неопределенности и исследовать взаимодействие совокупности потоков ресурсов, формирующих единый поток в микрологистической системе.

Рассмотренное объяснение поведения совокупности потоков необходимо в процессе разработки моделей управления запасами денежных средств.

Таблица 3

ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАЦИЙ ТРАНЗАКЦИЙ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОТОКА С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Наименование исхода	Комбинация элементов	Вероятность исхода
A	{u, ф, м}	0,02
B	{u, ф, 0}	0,9
C	{u, 0, м}	0,02
D	{0, ф, м}	0,012
E	{u, 0, 0}	0,012
F	{0, ф, 0}	0,012
G	{0, 0, м}	0,012
H	{0, 0, 0}	0,012

Взаимосвязь потоков информационных, материальных и финансовых ресурсов в процессе осуществления компанией своей деятельности можно представить в виде следующей логистической сети (рис. 2).

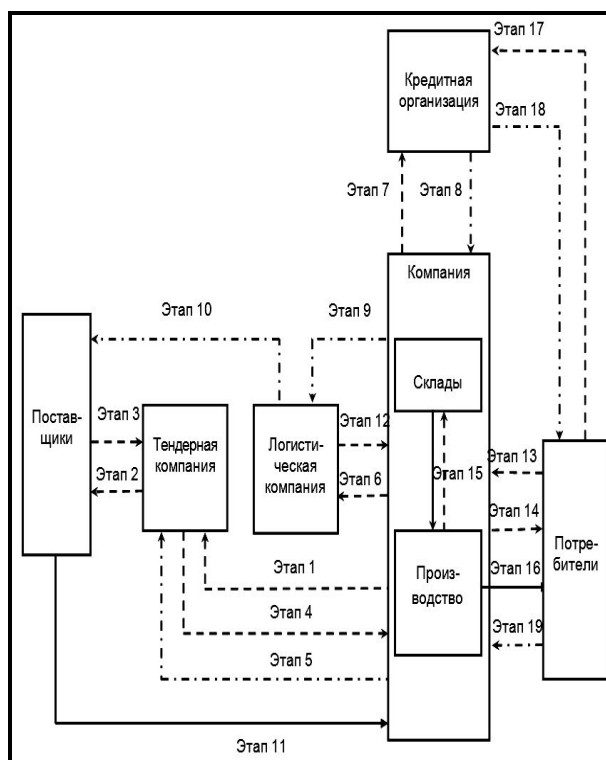


Рис. 2. Взаимодействие потоков в логистической сети

В результате проведенных исследований были выявлены девятнадцать этапов движения финансовых, информационных и материальных потоков компаний, осуществляющих деятельность по приобретению продукции и услуг поставщиков, а также отпуску материалов в производство и оказании услуг потребителям.

- Этап 1: компания выставляет поручение тендерной компании провести конкурсы на поставку определенного количества материалов или оказание услуг.
- Этап 2: тендерная компания информирует потенциальных поставщиков об условиях проведения конкурса.
- Этап 3: тендерная компания проводит конкурсную процедуру и выявляет победителей из числа поставщиков.
- Этап 4: тендерная компания уведомляет компанию о победителе проведенного конкурса.
- Этап 5: компания оплачивает услуги тендерной компании.
- Этап 6: компания предоставляет логистической компании информацию о выбранном поставщике продукции или услуг, а также о местоположении складов и условиях хранения материалов и об изменениях уровня запасов на складах.
- Этап 7: компания направляет запрос в кредитное учреждение на получение кредита на оплату услуг поставщика.
- Этап 8: кредитное учреждение предоставляет компании кредит на оплату услуг поставщиков.
- Этап 9: компания перечисляет на расчетный счет логистической компании всю сумму платежа поставщику и оплату услуг логистической компании за распределение товарно-материальных ценностей по складам.
- Этап 10: перечисление денежных средств в оплату услуг поставщика компании со счета логистической компании.
- Этап 11: поступление приобретенных материалов на склады компании.
- Этап 12: распределение материалов по складам компании.
- Этап 13: компания собирает информацию о спросе потребителей и составляет план развития компании.
- Этап 14: компания направляет потребителям информацию о ценах на предоставляемые услуги.
- Этап 15: компания планирует материально-техническое обеспечение производства и организует поступление материалов в производство, стремясь к снижению логистических издержек.
- Этап 16: компания оказывает услуги потребителям.
- Этап 17: потребители направляют запрос в кредитное учреждение на получение кредита для оплаты услуг компании.
- Этап 18: кредитная организация предоставляет заемные средства потребителям.
- Этап 19: потребители оплачивают услуги компании.

Несмотря на то, что в настоящее время публикуются различные работы, направленные на оценку потоков материальных и финансовых ресурсов, проблема интеграции материального и сопутствующего финансового потока полностью не исследована. Исследования показывают, что для дальнейшего развития теории логистики необходим качественно новый синтез моделей управления материальными и финансовыми потоками на основе интеграции потоков ресурсов микрологистической системы. Применение принципов финансовой логистики позволяет перейти к построению качественно новых моделей управления материальными и финансовыми потоками.

4. ИНТЕГРАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА МОДЕЛЕЙ

Синтез моделей управления материальными и финансовыми потоками предполагает объединение модели управления денежным запасом и модели определения оптимального размера заказа в цепях поставок. Поэтому полные издержки компании включают не только затраты на выполнение заказов и затраты на хранение запаса на складе F_1 , но также издержки, свя-

занные с привлечением денежных средств и хранением денежного запаса F_2 :

$$F = F_1 + F_2. \quad (1)$$

Минимизация (1) позволит одновременно определить оптимальный размер заказа в цепях поставок и оптимальный запас денежных средств компании.

Впервые подобный подход был реализован в модели Барыкина – Лукинского, которая позволяет планировать многопродуктовые поставки с учетом ограничения на размер капитала, выделяемого на приобретение запасов, и возможности привлечения заемных средств для пополнения запаса материальных ресурсов. Кроме того, модель учитывает альтернативную стоимость вложений капитала.

Рассмотрим методику расчета многопродуктовых поставок с учетом привлечения заемных средств на пополнение запасов, альтернативных издержек вложения капитала и ограничения величины денежных средств на приобретение запасов. Методика реализуется в три этапа.

Этап 1

Рассчитываются оптимальные партии поставок S_{oi} по каждому i -му виду продукции ($i = 1, 2, \dots, N$) по формуле, подробно рассмотренной В. В. Лукинским [7, с. 9-14]:

$$S_{oi} = \sqrt{\frac{2A_i C_{oi}}{C_{ni} f}}, \quad (2)$$

где

C_{ni} – цена единицы продукции, хранимой на складе, руб.;

C_{oi} – затраты на выполнение одного заказа, руб.;

f – доля от цены C_{ni} , приходящейся на затраты по хранению, руб.;

A_i – потребность в запасах в течение рассматриваемого периода.

Этап 2

Затраты, связанные с закупкой запасов, сравниваются с капиталом, выделенным на приобретение запасов. Размер выделенного капитала B ограничен, но компания имеет возможность привлекать заемные средства K на пополнение материальных ресурсов:

$$k \sum_{i=1}^N S_{oi} C_{ni} \leq B + K, \quad (3)$$

где k – коэффициент, введенный для учета неодновременности поступления i -х видов продукции и удовлетворяющий условию: $0 < k \leq 1$.

Если неравенство (3) соблюдается при $K = 0$, то оптимальные партии поставок рассчитываются по формуле (2).

В.В. Лукинским рассмотрено ограничение на капитал без учета возможности кредитования [7, с. 70-84]:

$$k \sum_{i=1}^N S_{oi} C_{ni} \leq B. \quad (4)$$

При нулевой величине заемных средств выражение (3) превращается в (4).

Этап 3

В случае невыполнения условия (3) при нулевом объеме привлеченных средств K для расчета оптимального размера поставки применим метод множителей Лагранжа. Следует отметить, что полные издержки компании включают не только затраты на вы-

полнение заказов и затраты на хранение запаса на складе F_1 , но также альтернативные издержки вложения капитала в запасы и процентные платежи за предоставленный кредит F_2 :

$$F = F_1 + F_2, \tag{5}$$

при этом:

$$F_1 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{A_i C_{oi}}{S_i} + \frac{S_i C_{ni} f}{2} \right);$$

$$F_2 = (B + K) \sum_{j=1}^m E_{\alpha j} I_j + K E_{\text{кр}} T,$$

где

$E_{\text{кр}}$ – ставка, по которой начисляются проценты за полученный кредит, % в день в долях единицы;

T – срок кредита в годах;

j – номер вложения капитала в j -й актив ($j = 1, 2, \dots, m$) доходностью $E_{\alpha j}$, от которого придется отказаться, направив денежные средства на приобретение запасов.

Исходное уравнение запишем в следующем виде:

$$F = F_1 + F_2 + z \left(B + K - k \sum_{i=1}^N S_i C_{ni} \right), \tag{6}$$

где z – неопределенный множитель Лагранжа.

Оптимальные значения S_i рассчитываются как решения системы, включающей N уравнений. Решив дифференциальные уравнения, имеем:

$$K = k \sum_{i=1}^N \left(\frac{2 A_i C_{oi} C_{ni}}{f + 2k \left(\sum_{j=1}^m E_{\alpha j} I_j + T E_{\text{кр}} \right)} \right)^{\frac{1}{2}} - B. \tag{7}$$

Выражение (7) учитывает доходность альтернативных вложений капитала и ставку процента на предоставленный компании кредит. Размер оптимальной партии поставок равен:

$$S_{oi} = \sqrt{\frac{2 A_i C_{oi}}{C_{ni} \left(f + 2k \left(\sum_{j=1}^m E_{\alpha j} I_j + T E_{\text{кр}} \right) \right)}}. \tag{8}$$

Рассчитаем оптимальные партии многопродуктовых поставок при условии, что компания имеет возможность привлечь заемные средства на приобретение товарно-материальных ценностей сроком на один год по ставке 18% годовых, и величина затрат на закупку запасов превышает 2 500 тыс. руб. Исходные данные, характеризующие поставки трех видов продукции представлены в табл. 4.

Таблица 4

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПРИ НЕЗАВИСИМЫХ ОДНОПРОДУКТОВЫХ ПОСТАВКАХ

Параметры	Вид продукции		
	1	2	3
Потребность в заказываемом продукте A_i , ед.	30 000	5 000	12 000
Цена единицы продукции C_{ni} , тыс. руб.	10	4,5	2
Затраты на хранение $C_{ni} f$ при $f = 0,2$, тыс. руб.	2	0,9	0,4
Затраты на выполнение одного заказа C_{oi} , тыс. руб.	20	20	20
Размер партии заказа при независимых однопродуктовых поставках S_{oi} , тыс. руб.	775	471	1 095
Затраты на закупку запасов $S_{oi} C_{ni}$ с учетом $k = 0,5$, тыс. руб.	3 873	1 061	1 095

Кроме того, компания может приобрести ценные бумаги различной доходности (% в год):

- $E_{\alpha 1} = 24\%$;
- $E_{\alpha 2} = 16\%$;
- $E_{\alpha 3} = 10\%$.

Доли (в процентах от C), отражающие объем средств, которые могут быть выделены на конкретное финансовое вложение, т.е. для I_j в долях единицы:

- $I_1 = 20\%$;
- $I_2 = 35\%$;
- $I_3 = 45\%$.

Суммарные затраты на приобретение запасов составили 6 029 тыс. руб. при $k = 0,5$ (последняя строка табл. 4). Следовательно, условие (3) не выполняется и требуется рассчитать оптимальные партии многопродуктовых поставок с учетом привлечения кредитных ресурсов банка.

Проведя расчеты по формуле (8), получаем оптимальные партии многопродуктовых поставок S_{oi} , составляющие (ед.):

- $S_{o1} = 476$;
- $S_{o2} = 290$;
- $S_{o3} = 674$.

При этом объем финансовых ресурсов K , который компания планирует привлечь на приобретение запасов, достигает 1 207 тыс. руб. Общая величина затрат на закупку запасов составляет 3 707 тыс. руб.

Рассматриваемая модель позволяет найти ту степень интеграции, при которой затраты на привлечение финансовых ресурсов и вложение капитала в запасы окупаются соответственным уменьшением затрат на приобретение и хранение материальных ресурсов.

5. ОБЪЕДИНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ И МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Рассмотрим синтез моделей управления денежными запасами и материальными ресурсами, по-другому сформулировав второе слагаемое F_2 целевой функции F , связанное с привлечением денежных средств и хранением денежного запаса C :

$$F_2 = \frac{TC}{2} \sum_{j=1}^m E_{\alpha j} I_j + \frac{P}{C} \sum_{j=1}^m b_{\bar{j}} + P \sum_{j=1}^m b_{vj} I_j, \tag{9}$$

где затраты на совершение сделок содержат постоянную ($b_{\bar{j}}$ руб. за сделку) и переменную части ($b_{vj} C$, руб. за сделку), т.е. затраты на совершение сделок равны:

$$b_j = b_{\bar{j}} + b_{vj} C_j. \tag{10}$$

Количество сделок по продаже ценных бумаг вида j равно:

$$\frac{P_j}{C_j}, \tag{11}$$

где P_j – денежные средства, получаемые компанией за счет продажи ценных бумаг за период T , руб.

Запишем целевую функцию новой синтетической модели так:

$$F = F_1 + F_2 + z \left(C + K - k \sum_{i=1}^N S_i C_{ni} \right). \tag{12}$$

Решив систему дифференциальных уравнений, получаем формулу для расчета оптимального денежного за-

паса с учетом оптимизации оптимального размера заказа в цепях поставок, определяемого по формуле (15):

$$C = \sqrt{\frac{bP + k \left(\sum_{i=1}^N \sqrt{A_i C_{oi} C_{ni}} \right)^2}{\frac{f}{2k} + \sum_{j=1}^m E_{oj} I_j}} \quad (13)$$

Оптимальное значение запаса денежных средств с учетом возможности финансовых инвестиций в различные активы (например, ценные бумаги разной доходности):

$$C_{opt} = \sqrt{\frac{2P \sum_{i=1}^N b_{fi}}{T \sum_{i=1}^N E_{oi} I_i}} \quad (14)$$

Размер оптимальной партии поставок равен:

$$S_{oi} = \sqrt{\frac{A_i C_{oi} \left(bP + k \left(\sum_{i=1}^N \sqrt{A_i C_{oi} C_{ni}} \right)^2 \right)}{k C_{ni} \left(\frac{f}{2} + k \sum_{j=1}^m E_{oj} I_j \right) \left(\sum_{i=1}^N \sqrt{A_i C_{oi} C_{ni}} \right)^2}} \quad (15)$$

В отличие от размера заказа, рассчитываемого по (8), формула (15) учитывает возможность управления денежным запасом.

Решение проблемы интеграции материальных и финансовых потоков требует дальнейшего исследования синтеза моделей управления материальными и финансовыми потоками, в том числе с учетом возможности кредитования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогресс теории логистики требует развития моделей управления потоками финансовых ресурсов и совершенствования подхода, основанного на минимизации издержек микрологистической системы. Применение принципов финансовой логистики позволяет перейти к построению качественно новых моделей управления материальными и финансовыми потоками на основе интеграции потоков ресурсов микрологистической системы.

Размер капитала компании для осуществления логистических процессов в соответствующем звене поставок ограничен. Поэтому рассмотренный в статье подход основан на целесообразности принятия решения в области управления запасами с учетом ограничений величины капитала, направляемого на приобретение товарно-материальных ценностей, и предполагает объединение моделей управления денежным запасом и определения оптимального размера заказа в цепях поставок. Такой синтез моделей позволяет аналитически описать зависимость материальных и финансовых потоков.

Литература

1. Барыкин С.Е. Логистическая методология управления финансами корпорации [Текст] / С.Е. Барыкин // Аудит и финансовый анализ. – 2007. – № 5. – С. 330-348.
2. Барыкин С.Е. Модели управления запасами материальных и финансовых ресурсов в логистической системе корпорации [Текст] / С.Е. Барыкин, В.В. Лукинский // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – №1. – С. 231-238.
3. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами [Текст] : пер. с англ. / Дж. К. Ван Хорн ; гл. ред. серии Я.В. Соколов. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 800 с. (Серия: Бухгалтерский учет и аудит).
4. Вероятность и математическая статистика [Текст] : энциклопедия / гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1999. – 910 с.
5. Касимов Ю.Ф. Основы теории оптимального портфеля ценных бумаг [Текст] / Ю.Ф. Касимов. – М. : Филинь, 1998. – 144 с.

6. Ковалев В.В. Управление активами фирмы [Текст] : учеб.-практ. пособие / В.В. Ковалев. – М. : Велби ; Проспект, 2007. – 392 с.
7. Лукинский В.В. Управление запасами в цепях поставок: оптимальный размер заказа [Текст] : монография / В.В. Лукинский. – Ставрополь : ГОУ ВПО «СевКавГТУ», 2007. – 124 с.
8. Модели и методы теории логистики [Текст] : учеб. пособие / под ред. В.С. Лукинского. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2007. – 448 с.
9. Элементы комбинаторики [Текст] / Ежов И.И., Скорород А.В., Ядренко М.И. ; пер. с укр. – М. : Наука ; гл. ред. физ.-мат.лит.-ры, 1977. – 80 с.

Барыкин Сергей Евгеньевич

Карпунин Сергей Александрович

РЕЦЕНЗИЯ

Статья доктора экономических наук, доцента Барыкина Сергея Евгеньевича и аспиранта Карпунина Сергея Александровича «Модели взаимодействия потоков микрологистической системы» подготовлена на кафедре логистики и организации перевозок Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета (ИНЖЭКОН). Тема статьи актуальна, так как объектом исследования является система управления потоками ресурсов на основе их интеграции. Очевидно, что проблема интегрированного управления ресурсами до конца еще не исследована. Поэтому авторы поставили перед собой сложную, но актуальную задачу разработки моделей взаимодействия потоков материальных, информационных и финансовых ресурсов.

Авторы понимают под микрологистической системой корпорацию, крупное предприятие или мелкую фирму и предлагают использовать рассматриваемые модели для структур различного масштаба на общих принципах. Для этого Барыкин С.Е. и Карпунин С.А. обосновывают один из основных принципов финансовой логистики: принцип сходства аналитического описания материальных, информационных и финансовых потоков. По мере изложения авторы, опираясь на этот принцип, формулируют объединенную модель управления потоками.

Продолжая ход рассуждений авторов, можно сделать вывод, что интеграция потоков микрологистической системы с использованием моделей и методов финансовой логистики позволит перейти на качественно новый уровень в управлении ресурсами предприятия. Минимизация издержек в данной области приведет к повышению конкурентоспособности предприятия как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Логистический подход к решению проблемы оптимизации управления запасами, с которой сталкивается любой руководитель, позволяет выделить связи между элементами проблемы и упорядочить потоки информации, финансов, энергетических и материальных ресурсов. Предложено определять размер запасов денежных средств и материальных ресурсов с учетом постоянной и переменной частей затрат на совершение сделок.

В процессе исследований разработана модель оптимизации финансового потока компании по критерию минимума хранения ресурсов и привлечения заемных денежных средств. Разработанная модель позволяет минимизировать денежный запас предприятия для обеспечения потребности в финансировании материальных ресурсов.

Особенный интерес заслуживают изложенные в статье методические положения оптимизации денежного запаса на основе принципов логистики.

Можно сделать вывод, что статья Сергея Евгеньевича Барыкина и Сергея Александровича Карпунина может быть рекомендована к публикации.

Счисляева Е.Р., д.э.н., профессор, декан Международной высшей школы управления Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

3.2. LOGISTICAL APPROACH TO COMPANY RESOURCE PLANNING

S.E. Barykin, Doctor of Science in Economics,
Professor of the Department of Logistics and
Organization of Transportation;

S.A. Karpunin, Postgraduate of the Department of
Logistics and Organization of Transportation

Saint-Petersburg State University of
Engineering and Economics (ENGECON)

Monetary assets are a part of the enterprise' circulating assets. However the process of company' monetary stock replenishment is not yet the main topic of financial management science. It is proved that the theory of logistics progress calls for deeper research in this field. The paper covers the methodology of the financial logistics. New synthesis of management models of both material and financial resources in micrologistic system is considered. Has developed an optimization model of financial stocks and material resources of the company.

Literature

1. S.E. Barykin. Logistic methodology of financial corporation management // Audit and financial analysis, 2007. – 5, 330-348.
2. S.E. Barykin, V.V. Lukinskii. Models of material and financial resources management in a logistic system of a corporation // Audit and financial analysis, 2008. – 1, 231-238.
3. Van Horn J. Fundamentals of Financial Management: Per. s angl. / Gl. red. serii Y.V. Sokolov. – M: Finansy i statistika, 2003. – 800 p. (Seriya: Bugalterskii uchet i audit).
4. Probability and mathematical statistics: Entsiklopediya / Gl. red. Y.V. Prokhorov. – M.: Bol'shaya Rossiiskaya entsiklopediya, 1999. – 910 p.
5. Y.F. Kasimov. Fundamentals of theory of optimal securities portfolio – M.: Informatsionno-izdatel'skii dom «Filin», 1998. – 144 p.
6. V.V. Kovalev. Asset management: tutorial – M.: TK Velbi, Izdvo Prospekt, 2007. ; – 392 p.
7. V.V. Lukinskii. Resources management for supply: economic manufacturing quantity: treatise – Stavropol': GOU VPO «SevKavGTU», 2007. – 124 p.
8. Models and methods of logistic theory: Handbook. 2-e izd. / Pod red. V.S. Lukinskogo. – SPb.: Piter, 2007. – 448 p.
9. Combinatorial analysis elements I.I. Ezhov, A.V. Skorokhod, M.I. Yadrenko, perev. s ukr., M, Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoi literatury izdatel'stva «Nauka», 1977. – 80 p.

Keywords

Monetary stock; financial logistics; investment; financial management; micrologistics system, cash flow, material flow, storage costs money, the costs of getting financial resources.