

### 3.9. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Лукинский В.В., д.э.н., профессор кафедры логистики и организации перевозок;  
Шульженко Т.Г., к.э.н., доцент кафедры логистики и организации перевозок

*Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет*

Развитие и активное внедрение логистического подхода в практику управления современными компаниями требует разработки аналитического инструментария оценки эффективности функционирования логистических систем и деятельности персонала логистического менеджмента компании. В статье представлен подход к формированию количественной оценки ключевых показателей эффективности логистической деятельности (KPI) с использованием интегрального метода экономического анализа, приведены модели, отражающие влияние основных факторов.

#### ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень развития российской экономики, характеризующийся усилением конкуренции в различных отраслях, возросшим динамизмом внешней среды компаний, доминированием идеи «рынка покупателя» требует формирования новых подходов к повышению организационно-экономической устойчивости компаний, сохранения их конкурентоспособности и эффективности функционирования. Решение указанной проблемы многие компании находят сегодня в применении логистического подхода, содержание которого состоит в «установлении адекватности информационного и материального потоков, определении технологии оптимального перемещения ресурсов и товаров, выявлении центров возникновения потерь времени, нерационального использования материальных и трудовых ресурсов, оборудования и помещений» [4]. Особенность логистического подхода кратко может быть охарактеризована как нацеленность на интеграцию производства, материально-технического обеспечения, транспортировки, информационного обеспечения и коммуникаций для сокращения общих логистических издержек и поддержания заданного уровня обслуживания потребителей. Вместе с тем, трансформация логистического подхода из рядового метода операционного менеджмента в «инструмент интегрированного управления материальным потоком и связанными с ним информационными, финансовыми потоками и сервисом, способствующим достижению целей организации с оптимальными затратами» [5] с соответствующим повышением статуса логистики до уровня стратегии компании, требует разработки комплекса методов оценки эффективности принимаемых решений на всех уровнях управления: от оперативного до стратегического.

#### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

Достижение положительных результатов бизнеса в аспектах логистической стратегии рядом авторов (например, [5; 6; 14]) видится в использовании в качестве основного инструмента анализа и регулирования деятельности компании сбалансированной системы показателей (ССП, или BSC). Напомним, что основой концепции сбалансированной системы показателей, широко применяемой в деятельности зарубежных компаний, является необходимость учета в совокупности различ-

ных аспектов бизнеса – в частности, финансов, клиентов, процессов, потенциала [3] – для оценки результативности компании. Однако сложность применения основных идей сбалансированной системы показателей в логистике заключается в том, что изначально данная концепция формировалась как инструмент адекватной оценки стоимости производственных компаний с применением наряду с традиционными финансовыми индикаторами и немонетарных показателей. Совершенно очевидно, что состав данных показателей отражал специфику исследуемых предприятий и не мог быть применен без соответствующего пересмотра и адаптации к оценке логистической деятельности. Поэтому одна из первых задач использования ССП в логистике связана с формированием комплекса ключевых показателей логистической деятельности (KPI). Разрешение данной проблемы представляется тем более важным, что система KPI является инструментом контроллинга логистических бизнес-процессов.

Анализ современных источников по логистике позволяет признать, что единой точки зрения в научном сообществе относительно состава и структуры ключевых оценочных показателей (измерителей) эффективности логистической деятельности на сегодняшний день не сформировано. В частности, по мнению авторов [6; 7], минимальный набор показателей, по которым можно оценить работу логистики включает: оценку качества обслуживания (по обеспечению заданного уровня «идеального (или совершенного) заказа»), время реагирования (по времени выполнения заказа в цепи поставок), общие издержки (по затратам на логистическое обслуживание). Авторы [4] в качестве ключевых факторов логистики выделяют общие затраты, логистические издержки, время исполнения заказа, качество логистического сервиса, продолжительность логистических циклов, производительность, эффективность инвестиций в логистическую инфраструктуру. Авторский подход к выделению измерителей эффективности логистических решений приведен также в [5; 14]. Обобщая различные подходы, излагающиеся в ходе научной дискуссии по исследуемому вопросу, к составу ключевых (или комплексных) показателей, в общем плане оценивающих эффективности и результативность логистики, следует отнести: общие логистические издержки (KPI-1), качество логистического сервиса (KPI-2), продолжительность логистических циклов (KPI-3), производительность (KPI-4), возврат на инвестиции в логистическую инфраструктуру (KPI-5).

Еще большие затруднения вызывает оценка KPI. Современные подходы к оценке ключевых показателей логистики сводятся, главным образом, к применению методов сравнения: с эталоном (или абсолютными стандартами, т.е. лучшими результатами, которые вообще могут быть достигнуты), с лучшей практикой (бенчмаркинг), с целевыми показателями, с прошлыми стандартами (результатами, достигнутыми в прошлые периоды). Очевидным преимуществом приведенных подходов является их простота; однако они обладают серьезными недостатками, затрудняющими возможность их применения на практике. В частности, применение метода сравнения с прошлыми стандартами актуализирует проблему сопоставимости данных, метод сравнения с целевыми показателями требует оценки значений плановых показателей, бенчмаркинг предполагает проведение предварительного анализа логистических бизнес-процессов компаний. Кроме того, приве-

денные методы не позволяют производить факторный анализ KPI, а следовательно, оценивать влияние принимаемых управленческих решений на эффективность логистической системы, выражаемую через ключевые оценочные показатели, что следует признать наиболее существенным недостатком методов сравнения.

Преодоление указанных недостатков, а также сокращение сроков проведения анализа, более полный охват факторов, влияющих на результаты коммерческой деятельности, замена приближенных или упрощенных расчетов точными вычислениями могут быть достигнуты с применением интегрального метода как одного из математических методов экономического анализа. Однако применение интегрального метода сопряжено с проблемой поиска аналитической зависимости, отражающей взаимосвязь между аргументами-факторами и результирующим признаком. По нашему мнению, в качестве такой зависимости может быть принята модель общих логистических затрат (TLC), поскольку формальное представление модели включает в себя частные показатели эффективности (результативности) и производительности логистической деятельности, которые, в свою очередь, могут быть сведены к общим (ключевым) показателям KPI. Таким образом, направление поиска аналитической зависимости основано на утверждении о взаимосвязи и взаимозависимости модели TLC и ключевых оценочных показателях логистической деятельности KPI. Остановимся более подробно на доказательстве данного утверждения.

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Детальный анализ развития, а также современной структуры модели общих логистических затрат указывает на тесную взаимосвязь рассматриваемой модели с одной из базовых моделей теории логистики – моделью оптимальной партии (размера) заказа (EOQ). Более того, можно утверждать, что на начальных этапах развития эти модели демонстрируют тесную взаимосвязь, которая в процессе развития несколько трансформировалась, но продолжает сохраняться.

Так, исследования эволюции моделей TLC и EOQ, выполненные различными авторами (С.Е. Барыкиным, В.В. Лукинским, А.П. Долговым и др.), позволяют утверждать, что зависимость полных издержек ( $y$ ) была представлена в работе Форда Харриса «How Many Parts to Make at Once» (1913 г.) в виде:

$$y = \frac{1}{240 * M} (cx + s) + \frac{s}{x} + c, \quad (1)$$

где

$M$  – ежемесячное потребление продукции, ед.;

$c$  – стоимость единицы продукции;

$s$  – затраты, связанные с организацией заказа;

$x$  – искомая партия заказа, ед.

После несложных преобразований с учетом полученного в работе [10] доказательства, что входящая в формулу (1) величина 240 включает в себя  $(2 * 12) / J$ , где  $J$  – доля стоимости единицы продукции  $s$ , приходящаяся на затраты по хранению (в указанной работе Ф. Харриса величина  $J = 0,1$ ), нетрудно получить формулу для расчета оптимальной партии заказа, которая в современном представлении записывается в виде:

$$x = \sqrt{\frac{2 * 12 * M * s}{J * c}} \quad (2)$$

Формула экономичного размера заказа получена Фордом Харрисом при планировании запасов незавершенного производства. Однако необходимо отметить, что данная формула также широко известна под именем Уилсона, опубликовавшего исследования по аналогичной проблеме в Harvard Business Review в 1934 г. Поэтому часть специалистов считает, что формулу (2) следует называть «формулой Харриса-Уилсона».

Таким образом, на первом этапе эволюции модели TLC и EOQ фактически совпадают. Представленное в первых публикациях уравнение «полных издержек» (а значит, и модель EOQ) учитывало две составляющих: затраты, связанные с организацией заказа ( $C_3$ ), и затраты на хранение ( $C_x$ ) продукции:

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_x. \quad (3)$$

Обобщая вышеприведенные рассуждения можно заключить, что первый этап развития моделей TLC и EOQ датируется 1913-1940 гг. (табл. 1); между составляющими моделей TLC и EOQ нет существенных различий; состав элементов моделей ограничен двумя видами логистических затрат; составляющие модели детерминированы; не принимаются во внимание взаимосвязи и взаимовлияние элементов моделей.

Период с 1940 г. по 1970 г. характеризуется изменением методических подходов к анализу затрат под воздействием развития концепции общих логистических издержек: наблюдается переход от изолированного рассмотрения мероприятий по рационализации сферы обращения и производства к учету суммарных издержек.

Согласно [10], в этот период (1951 г.) появилась работа К. Эрроу, Т. Харриса и Дж. Маршана, в которой давался математический анализ простой модели управления запасами, а в 1953 г. Уайтином был разработан вероятностный вариант данной модели [15]. В результате проведенных исследований появился новый вариант уравнения общих затрат, которое можно представить в виде:

$$C_{\Sigma} = C_k + C_3 + C_x + C_d, \quad (4)$$

где  $C_k$ ,  $C_3$ ,  $C_x$ ,  $C_d$  – соответственно затраты на приобретение, оформление заказа, хранение запасов и потери от дефицита.

В то же время следует указать, что в некоторых из работ, посвященных управлению запасами, зависимость (3) записывается в виде:

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_{xm} + C_{xc} + C_d, \quad (5)$$

где  $C_{xm}$ ,  $C_{xc}$  – затраты на хранение текущего и страхового запаса соответственно.

Сравнительный анализ моделей (3), (4) и (5) показывает: во-первых, в процессе эволюции количество учитываемых видов затрат возрастает; во-вторых, наблюдается различие в моделях второго поколения (второго этапа), например, в формуле (4) присутствуют затраты на приобретение  $C_k$ , тогда как в (5) эти затраты не учитываются, но вместо общих затрат на хранение (формула (4)), вводятся затраты на хранение текущего и страхового запасов (формула (5)); в-третьих, блок затрат, традиционно связанных с транспортировкой, не учитывается в зависимостях (4) и (5), отражающих основные виды затрат.

Обратимся к модели EOQ. Очевидно, из каждой зависимости общих затрат можно выделить два слагаемых  $C_3$  и  $C_x$  (для зависимости (5) –  $C_m$ ) и рассматривать их как составляющие формулы (3), т.е. вернуться к модели EOQ первого этапа. Но принципиальное отличие модели EOQ второго этапа заключается в том, что вводится понятие «стратегии управления запасами».

Известно, что существует несколько стратегий управления запасами, которые формируются на основе двух моделей: периодической (фиксированный интервал между заказами  $T$  и переменный объем поставки  $S$ ) и критических уровней (в частности, один критический уровень («точка заказа»  $ROP$ ) и постоянный объем поставки  $S_0$ ). Вторая стратегия получила другое название – с фиксированным объемом заказа ( $\Phi OЗ$ ).

Учет стратегии управления запасами приводит к тому, что в моделях появляется дополнительная переменная  $\tau$  – время выполнения заказа, которая, например, для модели  $\Phi OЗ$  находит отражение в величине «точки заказа» или «уровня заказа»  $R$ . При наличии двух переменных – партии заказа  $S$  и точки заказа  $R$  – для определения их оптимальных значений необходимо составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial S} = 0; \\ \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial R} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Для стратегии управления запасами  $\Phi OЗ$  эти зависимости после преобразований записываются в виде [5]:

$$\begin{cases} S^* = \sqrt{\frac{2A(C_0 + C_d F(S, R))}{C_x}}; \\ \int_{R^*}^{\infty} f(S) dS = \frac{C_x S^*}{C_d A}. \end{cases} \quad (7)$$

где  $F(S, R) = \int_R^{\infty} (S - R) f(S) dS$ .

Для нормального закона с плотностью распределения  $f(S)$  в явном виде нельзя определить оптимальные значения  $S^*$  и  $R^*$ , поэтому используется численный алгоритм, предложенный Д. Хедли и Т. Уайтином [15].

Таким образом, для второго этапа эволюции модели общих логистических затрат характерно усложнение модели с точки зрения количества составляющих ее элементов, разнообразия применяемых методов расчета, что в свою очередь обусловлено развитием методологии управления запасами в логистических системах. Отдельно следует отметить появление в модели составляющих, имеющих стохастический характер (речь идет, в частности о величине потерь из-за дефицита –  $C_d$ ).

Третий этап (1970 г. по настоящее время) характеризуется бурным развитием теории логистики и управления цепями поставок.

Наблюдается дальнейшее усложнение модели TLC. Появляется необходимость учета в структуре модели составляющих, отражающих различные аспекты функционирования логистической цепи: затраты, связанные со страхованием, возвратом товаров, учитывающие штрафы за нарушение сроков поставки и др. Очевидно, что формирование значений подобных издержек связано с вероятностными оценками. Кроме того, в структуру модели включаются так называемые «латентные» за-

траты. Понятие латентных затрат  $C_n$  было впервые введено в TLC в работах В.В. Лукинского. По мнению автора, это реально существующие, но не учитываемые в расчетных моделях затраты (а также потери, ущерб и т.п.). Примером таких затрат являются: хранение продукции на внутрипроизводственных складах различных уровней, а также в контейнерах, кузовах автомобилей, железнодорожных вагонах или трюмах судов при разгрузке транспортных средств. Другой вариант – естественная убыль (потеря качества, порча) продукции при хранении и грузопереработке.

Из приведенных рассуждений становится очевидным, что раскрытие дополнительных видов затрат – реальный путь отражения КРП в TLC при изучении (исследовании) взаимосвязей (взаимозависимостей) логистических функций и операций.

Современное представление уравнения модели TCL может быть записано как:

$$C_{\Sigma} = C_x + C_3 + C_m + C_x + C_d + C_w + C_n, \quad (8)$$

где  $C_x$  – затраты, связанные с приобретением (закупкой) продукции;

$C_3$  – затраты, связанные с оформлением и выполнением заказов;

$C_m$  – затраты, отражающие транспортировку и погрузо-разгрузочные операции;

$C_x$  – затраты на хранение текущего ( $C_{xm}$ ) и страхового ( $C_{xc}$ ) запасов;

$C_d$  – издержки, отражающие потери от дефицита продукции;

$C_w$  – издержки, связанные с нарушением условий поставки (например, срока поставки);

$C_n$  – латентные (или скрытые) затраты.

Кроме того, в реально действующих экономических системах наблюдается усложнение рыночных отношений, усиление конкуренции, что неизбежно приводит к необходимости повышения качества обслуживания потребителей. Особенностью данного этапа эволюции рассматриваемой модели является формирование интегрального критерия эффективности функционирования логистической системы, учитывающего величину общих логистических издержек, с одной стороны, и уровень обслуживания потребителей – с другой. Формально данный критерий может быть записан в виде следующей системы уравнений:

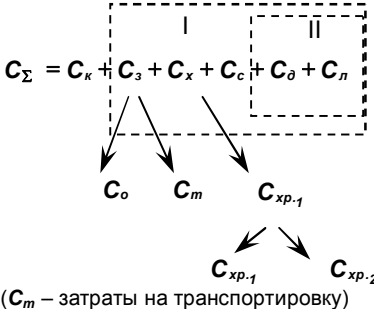
$$\begin{cases} C_{\Sigma}(C_i, S_0, P) \rightarrow \min; \\ SL(C_{\Sigma}, S, P_i) \rightarrow \max. \end{cases} \quad (9)$$

где  $SL$  – уровень обслуживания, или коэффициент удовлетворения спроса.

Усложнение структуры модели общих логистических затрат, с одной стороны, необходимость применения интегральных критериев оценки эффективности функционирования логистических систем, с другой, на первый взгляд указывает на ослабление взаимосвязи между моделями EOQ и общих логистических затрат (табл. 1). Однако это не совсем верно. Более глубокий анализ позволяет выявить взаимосвязь и взаимовлияние элементов рассматриваемых моделей.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Этап	Формальное представление модели	Общая процедура решения
I этап. (1913-1940 гг.) Элементы модели общих логистических затрат независимы	$C_{\Sigma} = C_3 + C_x$	$Q = \sqrt{\frac{2AC_3}{C_x}}$
II этап. (1940-1970 гг.) Между элементами модели наблюдаются взаимосвязи при реализации различных стратегий управления запасами	$C_{\Sigma} = C_k + C_3 + C_x + C_d$ $C_{\Sigma} = C_3 + C_m + C_c + C_d$	Например, для стратегии с фиксированным размером заказа $\begin{cases} \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial S} = 0; \\ \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial R} = 0 \end{cases}$
III этап. (1970 г. по настоящее время) Взаимозависимость и взаимовлияние между ключевыми логистическими показателями (KPI), общими затратами и уровнем обслуживания	 $C_{\Sigma} = C_k + C_3 + C_x + C_c + C_d + C_n$ I уровень II уровень III уровень ( $C_m$ – затраты на транспортировку)	$\begin{cases} C_{\Sigma}(C_i, S_0, P) \rightarrow \min; \\ SL(C_{\Sigma}, S, P_i) \rightarrow \max. \end{cases}$ Отсюда $\begin{cases} \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial S} = 0; \\ \frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial R} = 0; \\ \frac{\partial SL}{\partial P_i} = 0, i = 1, \dots, n \end{cases}$

Например, затраты на закупку товарно-материальных ценностей не учитываются в модели EOQ, но обратная ситуация складывается в случае приобретения товаров со скидкой; в общем виде затраты на транспортировку не включены в модель EOQ, но затраты, связанные с рисками срыва поставки, учитываются моделью.

Запишем уравнение общих логистических затрат в виде:

$$C_{\Sigma} = A C_n + \frac{A}{S} C_o + C_n f \frac{S}{2} + C_n f \sigma_s k_p + \frac{A}{S} C_d \sigma_s E(z) + \frac{A}{S} P(T < T_0) C_d, \quad (10)$$

где

$A$  – потребность в продукции в течение рассматриваемого периода;

$C_n$  – цена единицы продукции;

$C_o$  – затраты, связанные с организацией и выполнением одного заказа;

$S$  – размер партии заказа (поставки);

$f$  – доля затрат на хранение, зависящая от цены единицы продукции;

$\sigma_s$  – среднее квадратическое отклонение страхового запаса;

$k_p$  – коэффициент (параметр), соответствующий вероятности отсутствия дефицита  $P(S)$ ;

$C_d$  – потери, вызванные дефицитом запаса;

$E(z)$  – функция потерь (табулированная для нормального закона распределения);

$z$  – коэффициент безопасности.

Нетрудно заметить, что при переходе от формулы (8) к формуле (10) были внесены некоторые изменения.

- Во-первых, затраты на организацию заказа и транспортировку объединены в виде одного слагаемого.
- Во-вторых, затраты на хранение запаса были разделены на два слагаемых: хранение текущего и страхового запаса соответственно. Это связано с тем, что затраты на хранение текущего запаса являются переменными (пропорциональны  $0,5 * S$ ), тогда как затраты на страховой

запас считаются постоянными и зависят от вероятности отсутствия дефицита.

Рассмотрим подходы различных авторов, отражающие показатели издержек и уровня обслуживания. В работе Дж. Букана и Э. Кененгсберга «Научное управление запасами» (М.: Наука, 1967. 423 с.) уровень обслуживания определяется как

$$z = \frac{N_d}{N_m}, \quad (11)$$

где

$N_d$  – число единиц доставленного товара (без задержки);

$N_m$  – требуемое число единиц.

Величины, входящие в (11), можно определять за период, длительность которого равна году (кварталу, месяцу или интервалу заказа).

Второй вариант формулы (11) записывается в виде

$$t = \frac{(N_m - N_n)}{N_m}, \quad (12)$$

где  $N_n$  – число недостающих единиц товара.

Далее в цитируемой работе для стратегии управления запасами с фиксированным объемом заказа (ФОЗ) уровень обслуживания рассчитывается по формуле

$$z_i = 1 - \mu * F_i, \quad (13)$$

или

$$z_i = 1 - \frac{\sigma_L}{S_L} * F_i, \quad (14)$$

где

$\mu$  – коэффициент вариации;

$S_L, \sigma_L$  – среднее значение и среднее квадратическое отклонение спроса за время доставки  $L$ ;

$I$  – уровень запасов в момент времени  $L$ ;

$F_i$  – «показатель дефицита», значение которого зависит от формы распределения спроса.

При совместном рассмотрении формул (12) и (13) получим

$$1 - \frac{N_n}{N_m} = 1 - \mu F_l \quad (15)$$

В левой части формулы (15) – показатель, относящийся к оценке качества логистического сервиса, в правой части (15) – его оценка, отражающая выбранную стратегию управления запасами и включающая ряд регулируемых величин, в частности, интервал поставки  $L$ , характеристики среднесуточного расхода  $\lambda$ ,  $\sigma_L$  и др.

Попытаемся найти переход от «технических» показателей к экономическим.

Согласно определению уровня обслуживания, данного Дж. Буканом и Э. Кенингсбергом,  $\mu F_l$  – доля интервала доставки заказа, в течение которого наблюдается дефицит, если в начале данного интервала уровень запасов составляет  $I$  ед. Если  $P = \bar{S}_L + B$  – точка заказа, то долю интервала доставки заказа, в течение которого наблюдается дефицит, можно определить как  $\mu F_p$ .

Поскольку число интервалов доставки за год равно  $\frac{A}{S}$  и в каждом интервале дефицит составляет в среднем  $\mu F_p \bar{S}_L$  единиц, а также если принять, что  $C_z$  – издержки вследствие дефицита, приходящиеся на единицу товара, то в этом случае формула для оценки издержек дефицита запишется в виде

$$C_d = \sigma_L F_l \frac{A}{S_{опт}} C_z \quad (16)$$

Определение составляющих формулы (8), связанных с величиной штрафов за различные нарушения в процессе обслуживания, на наш взгляд, тесно связано расчетом достижения совершенного (идеального) заказа. Совершенный заказ подразумевает выполнение всех требований к обслуживанию покупателей в полном объеме [6; 7]. Одной из оценок совершенного заказа является показатель **OTIF** (on time, in full – «в срок, в полном объеме»). Другой, расширенный вариант **OTIF**, называется «в срок, в полном объеме, без ошибок», т.е. учитывает точность документации, маркировки, повреждение товара или упаковки.

Возможный вариант количественной оценки совершенного заказа может быть представлен в виде

$$P_\Sigma = P_1 * P_2 * P_3 \quad (17)$$

где

$P_1, P_2, P_3$  – соответственно вероятности выполнения заказа «точно в срок», «в полном объеме», «без ошибок»;

$P_\Sigma$  – вероятность осуществления совершенного заказа.

Если указанные вероятности определены для отдельных циклов выполнения заказов, а затем, после статистической обработки, приведены к одному – базовому – циклу, то вероятностная оценка невыполнения свершенного заказа равна

$$F_\Sigma = 1 - P_\Sigma \quad (18)$$

Тогда представленная в формуле (10) зависимость, отражающая возможные штрафы за нарушение сроков поставки, может быть дополнена величиной штрафов

за нарушение прочих условий поставки, в частности, укомплектованности заказа, правильности заполнения сопроводительных документов, которая может быть представлена как

$$C_w = \frac{A}{Q} F_\Sigma c_{wi} \quad (19)$$

Величина  $c_{wi}$  отражает различные подходы к определению величины штрафов за разные виды нарушений условий совершенного заказа с учетом последствий их возникновения; однако, учитывая сложность рассматриваемого события, следует отметить, что обозначенный подход требует дальнейших исследований.

### СТРУКТУРА И ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛОГИСТИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Детальное представление структуры модели общих логистических затрат позволяет выявить тесную взаимосвязь с показателями эффективности логистической деятельности.

Рассмотрим составляющие показателя **KPI-1** «Общие и операционные логистические издержки». В табл. 3 приведены семь показателей, которые укрупнено отражают затраты при выполнении основных ключевых и поддерживающих функций [5]: управление закупками, транспортировка, управление запасами, управление процедурами заказов, управление производственными процедурами, а также складирование, грузопереработка, защитная упаковка, обеспечение возврата товаров и др.

Таблица 3

#### ВЗАИМОСВЯЗЬ СОСТАВЛЯЮЩИХ МОДЕЛИ ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ СО СТРУКТУРОЙ ПОКАЗАТЕЛЯ **KPI-1** «ОБЩИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ИЗДЕРЖКИ»

Наименование частных показателей в составе <b>KPI-1</b>	Составляющие модели <b>TLC</b>
1. Общие логистические издержки	$C_\Sigma$
2. Затраты на логистическую поддержку производства	$C_{пр}$
3. Затраты на внутреннюю и внешнюю транспортировку	$C_m$
4. Затраты на складирование и грузопереработку	$C_{сз}$
5. Затраты, связанные с процедурами заказов	$C_0$
6. Затраты на управление запасами	$C_{xp}$
7. Ущерб от недостаточного уровня качества логистического сервиса (потери продаж, возврат товаров)	$C_y$

Из сопоставления составляющих табл. 3 с формулой (8) следует:

- из семи показателей первый – это общий показатель;
- показатели 3, 4, 5, 6 входят в уравнение суммарных затрат;
- показатель 2 может быть включен в формулу в случае рассмотрения полной цепи поставок, тогда как для закупочной и распределительной логистик  $C_{пр}$  можно не включать;
- показатель 7 следует отнести к **KPI-2** «качество логистического сервиса» и его следует добавить к  $C_\Sigma$ .

Рассмотрим составляющие показателя **KPI-2** (табл. 4).

Таблица 4

**ВЗАИМОСВЯЗЬ СОСТАВЛЯЮЩИХ МОДЕЛИ  
ОБЩИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ СО  
СТРУКТУРОЙ ПОКАЗАТЕЛЯ КРІ-2 «КАЧЕСТВО  
ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА»**

Наименование частных показателей в составе КРІ-2	Составляющие модели TLC
1. Обеспечение выполнения заказа к точно указанному сроку	Вероятность $P(T_0 \leq T_n)$
2. Полнота удовлетворения заказа. 3. Точность параметров заказа. 4. Точность выполнения параметров заказа	Комплексный показатель, отражающий понятие «совершенного заказа»; $F_\Sigma$
5. Информационная коммуникационная надежность и своевременность	-
6. Комплексный показатель, отражающий: • количество возвратов товаров; • отсутствия запасов; • повышения тарифов	<p>6.1. <math>C_e = \frac{A}{Q} F^* c_{ei}</math>;</p> <p>6.2. <math>\frac{\sigma_s E(z)}{S}</math>;</p> <p>6.3. надбавки и скидки к соответствующим составляющим формулы (8): • затратам на приобретение (закупку) продукции <math>C_x</math>; • затратам на оформление и выполнение заказов <math>C_s</math>; • затратам на транспортировку и погрузо-разгрузочные операции <math>C_m</math>; • затратам на хранение запасов</p>
7. Доступность запасов	$S_c = k_p * \sigma_L$

Показатель 1, по существу, коррелируется с показателем КРІ-3 «Время выполнения заказа» и выражается через вероятность

$$P(T_0 \leq T_n),$$

где  $T_0$  – фактическое время выполнения заказа (время «точно вовремя»);

$T_n$  – нормативное (заданное) время выполнения поставки.

Показатели 2-4 входят в состав комплексного показателя, характеризующего понятие совершенного (идеального) заказа, в составе формулы (10) модели общих логистических затрат выражаются через вероятность  $Q_\Sigma$  невыполнения совершенного заказа. Что касается показателя 7, связанного с оценкой доступности запасов, то, например, в работе [2] вводится понятие «уровня доступности продуктов»

$$SL = 1 - \frac{f(k)\sigma_c}{Q}, \quad (20)$$

где

$SL$  – уровень доступности продуктов;

$f(k)$  – функция потерь, определяющая площадь, ограниченную правой ветвью кривой нормального распределения;

$\sigma_c$  – общее среднее квадратичное отклонение (см. формулу (10));

$Q$  – размер заказа.

Нетрудно заметить, что формулы (14) и (20) идентичны. Только неточностью перевода можно объяс-

нить данное  $SL$  второе определение как «величина дефицита», относящаяся к производству  $f(k)\sigma_c$ .

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА  
КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЛОГИСТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИНТЕГРАЛЬНОГО МЕТОДА  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Дальнейшее развитие рассматриваемого подхода заключается в оценке влияния управляемых параметров модели TLC на величину общих логистических затрат, а следовательно, и на величину КРІ. Необходимость подобных исследований обусловлена возможностью принятия экономически обоснованных управленческих решений при реализации процедуры контроллинга логистической деятельности.

Рассмотрим последовательность вывода расчетных формул на основе интегрального метода анализа для функции общих логистических затрат, в которую входят два ключевых показателя КРІ – затраты и уровень сервиса соответственно.

$$C_\Sigma = \frac{A}{S} C_0 + C_n f \frac{S}{2} + \quad (21)$$

$$+ C_n f \sigma_s k_p + \frac{A}{S} C_0 \sigma_s E(k_p).$$

Введем следующие обозначения:

$$f = C_\Sigma; \quad C_x = C_n f; \quad C_x^* = \frac{C_n f}{2}; \quad k = k_p \sigma_s; \quad m = \sigma_s E(k_p).$$

После подстановки выбранных обозначений в (28) получим:

$$f = \frac{A}{S} C_0 + C_x S + C_x^* k + \frac{A}{S} C_0 m. \quad (22)$$

Из анализа зависимости (22) следует, что количество факторов-аргументов равно 7 ( $A, C_0, S, C_x (C_x^*), k, C_0, m$ ).

Таким образом, расчетная зависимость для анализа общих затрат  $\Delta C_\Sigma$  запишется в виде

$$\Delta C_\Sigma = \Delta f = \Delta A + \Delta C_0 + \Delta A_s + \Delta C_x + \Delta k + \Delta C_0 + \Delta m. \quad (23)$$

Выведем формулы для каждого из аргументов, входящих в (23).

1. Фактор  $A$  – общая потребность в продукции в течение рассматриваемого периода. Поскольку фактор  $A$  входит в два слагаемых формулы (21), то можно записать:

$$A_A = f_{A1} + f_{A2} = \frac{A C_0}{S} + \frac{A}{S} C_n m. \quad (24)$$

После необходимых преобразований находим:

$$A_A = \Delta A \left[ \left( \frac{C_0}{S} \right)_0 + 0,5 \Delta \left( \frac{C_0}{S} \right) \right] + \Delta A \left[ (C_n m)_0 + 0,5 \Delta (C_n m) \right] = \quad (25)$$

$$= \Delta A \left[ \left( \frac{C_0}{S} \right)_0 + \left( \frac{C_n m}{S} \right)_0 + 0,5 \left( \Delta \left( \frac{C_0}{S} \right) + \Delta \left( \frac{C_n m}{S} \right) \right) \right];$$

2. Фактор  $C_0$  – затраты, связанные с организацией и выполнением одного заказа:

$$A_{C_0} = \Delta C_{C_0} \left[ \left( \frac{A}{S} \right)_0 + \frac{\Delta}{2} \left( \frac{A}{S} \right) \right]; \quad (26)$$

3. Фактор S – размер партии заказа (поставки):

$$A_s = A_{S_1} + A_{S_2} + A_{S_3} = \frac{\Delta(AC_0) + \Delta(AC_D C_s^*)}{\Delta S} * \left[ 1 - \frac{S_0}{S_1} - \ln \frac{S_1}{S_0} \right] + \left[ (AC_0)_0 + (AC_D \sigma_s^*) \right] \left( \frac{S_0 - S_1}{S_0 S_1} \right) + 0,25 \Delta S (C_{x_1} + C_{x_0}); \quad (27)$$

4. Фактор C<sub>x</sub> – затраты на хранение единицы продукции в год (для текущего и страхового запаса):

$$A_{C_x} = A_{C_{x_1}} + A_{C_{x_2}} = 0,5 \Delta C_x [0,5(S_1 + S_0) + k_1 + k_0]; \quad (28)$$

5. Фактор A<sub>k</sub> – страховой запас (вероятность отсутствия дефицита)

$$A_k = 0,5 \Delta k (C_{x_1} + C_{x_0}) \quad (29)$$

6. Фактор A<sub>c<sub>0</sub></sub> – издержки, отражающие потери от дефицита продукции.

Обозначим  $\frac{Am}{S} = \gamma$ , тогда  $f_\gamma = C_0 \frac{Am}{S} = C_0 \gamma$ . После преобразований находим:

$$A_{C_0} = \Delta C_0 \left[ \left( \frac{A \sigma_s E(k_p)}{S} \right)_0 + 0,5 \Delta \left( \frac{A \sigma_s E(k_p)}{S} \right) \right]. \quad (30)$$

7. Фактор m. Обозначим  $\frac{AC_0}{S} = \beta$ , тогда

$$f_m = m \frac{AC_0}{S} = m \beta. \text{ При } m = \sigma_s E(k_p):$$

$$A_m = \Delta (\sigma_s E(k_p)) \left[ \left( \frac{AC_D}{S} \right)_0 + 0,5 \Delta \left( \frac{AC_D}{S} \right) \right]. \quad (31)$$

Результаты апробации приведенных зависимостей на условных примерах приведены, в частности, в [9; 12].

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представленный в статье подход к оценке эффективности логистической деятельности компании, с одной стороны – позволяет использовать возможности, представляемые внедрением концепции сбалансированной системы показателей как инструмента поддержки процессов управления, развития стратегии компании, интегратора стратегической и оперативной деятельности; с другой – получить достоверные оценки влияния принимаемых решений или изменений на цепь поставок; с третьей – сформировать основу для дальнейшего развития и конкретизации оценочных показателей логистической деятельности с выделением наиболее значимых факторов. Вместе с тем, следует отметить, что в статье изложена концептуальная основа предлагаемого подхода. Дальнейшего исследования и формального описания требуют взаимосвязи между общими логистическими затратами и ключевым оценочным показателем KPI-5 «Возврат на инвестиции в логистическую инфраструктуру»; основой для исследований может послужить доказанная в современной

литературе по логистике взаимосвязь между логистическими аргументами (в частности, уровнем запасов) и доходностью на активы (return on assets, ROA). Кроме того, развития и совершенствования требует и система KPI логистической деятельности, в частности, состав показателей KPI должен в большей степени учитывать особенности логистики; в характеристике измерителей эффективности логистических решений следует выделить уровень аргументов-факторов, оказывающих наибольшее влияние на рассматриваемые частные показатели эффективности.

## Литература

1. Баканов М.И. Теория экономического анализа [Текст] : учебник / М.И.Баканов, А.Д.Шеремет. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 416 с.
2. Бауэрсокс Д. Логистика [Текст]: интегрированная цепь поставок / Доналд Дж.Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Олимп-Бизнес, 2006. – 640 с.
3. Внедрение сбалансированной системы показателей [Текст] / Horváth&Partners; пер. с нем. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 478 с.
4. Григорьев М.Н. Логистика [Текст] : учеб.пособие для студентов вузов / М.Н.Григорьев, А.П.Долгов, С.А.Уваров. – М.: Гардарики, 2006. – 463 с.
5. Дыбская В.В. Логистика [Текст]: учебник / В.В.Дыбская, Е.И.Зайцев, В.И.Сергеев, А.Н.Стерлигова; под ред. В.И.Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. – 944 с.
6. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок [Текст] / Мартин Кристофер; пер.с англ.; под общ.ред. В.С.Лукинского. – СПб.: Питер, 2005. – 316 с.
7. Кристофер М. Маркетинговая логистика [Текст] / Мартин Кристофер, Хелен Пэк; пер. с англ. – М.: Технологии, 2005. – 200 с.
8. Лукинский В.В. Анализ и развитие модели расчета оптимального размера заказа [Текст] / В.В.Лукинский // Вестн. ИНЖЭКОНа. – Сер.Экономика. – 2006. – № 4(13). С.202-213.
9. Лукинский В.В. Оценка ключевых показателей логистики на основе методов экономического анализа [Текст] / В.В.Лукинский, М.А.Маркович, Т.Г.Шульженко // Логистика: современные тенденции развития: Материалы X Международ.нар.науч.-практ.конф. 14,15 апреля 2011 г.; ред.кол.: В.С.Лукинский (отв.ред.) [и др.]. – СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – С.217-219.
10. Лукинский В.В. Управление запасами в цепях поставок [Текст] : оптимальный размер заказа / В.В.Лукинский. – Ставрополь: Северо-Кавказский ГТУ, 2007. – 118 с.
11. Лукинский В.С. Модель общих логистических затрат: эволюция и тенденции развития [Текст] / В.С.Лукинский, В.В.Лукинский, Т.Г.Шульженко // Материалы Международного научно-практического семинара «GreenLogistics: Будущее логистики»(31 марта – 1 апреля 2011 года). – СПб.: ПГУПС, 2011. – С.45-48.
12. Маркович М.А. Формирование методов оценки эффективности цепей поставки на основе ключевых показателей логистики [Текст] / М.А.Маркович // Вестн.ИНЖЭКОНа. – Сер.: Экономика. – 2011. – № 2(45). – С.299-304.
13. Пинхасик Е.Э. Анализ работы пассажирских автотранспортных предприятий интегральным методом [Текст] / Е.Э.Пинхасик. – М.: Транспорт, 1989. – 80 с.
14. Сергеев В.И. Проблемы построения сбалансированной системы показателей логистики [Текст] / В.И.Сергеев // Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: Материалы IV германо-российского семинара по логистике; под ред.Д.А.Иванова, У.Мейнберга. – Готтинген: GUVILLER VERLAG, 2009. – С. 28-35.
15. Хедли Дж. Анализ систем управления запасами [Текст] / Дж.Хедли, Т.Уайтин; пер. с англ. – М.: Наука, 1969. – 510 с.

## Ключевые слова

Эффективность; логистическая система; логистический менеджмент; модель общих логистических затрат; уровень логистического сервиса; логистический цикл; сбалансированная система показателей; ключевые показатели логистики (KPI); экономический анализ; интегральный метод; модель оптимального размера заказа.

*Лукинский Владислав Валерьевич*

*Шульженко Татьяна Геннадьевна*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Логистический подход востребован сегодня как инструмент эффективный и универсальный. Между тем, современный уровень развития логистических систем, необходимость принятия своевременных и обоснованных управленческих решений в быстро меняющейся внешней среде требует формирования новых подходов и методов оценки результативности логистической деятельности компаний, а также понимания механизмов факторного воздействия на основные показатели эффективности. Решение этих вопросов сегодня – ключ к повышению конкурентоспособности предприятий, повышению эффективности их функционирования, межорганизационной интеграции в рамках цепей поставки. В связи с этим тема представленной статьи несомненно является актуальной.

Научная новизна и практическая значимость. Попытка адаптации подробно описанного в зарубежной научной литературе инструментария сбалансированной системы показателей применительно к логистической деятельности нашла свое воплощение в основных принципах логистического контроллинга, структуре и методах формирования ключевых показателей логистики, довольно активно обсуждающихся в ходе научной дискуссии. Однако современный инструментарий логистического контроллинга, основанный, главным образом, на концепции бенчмаркинга, не позволяет оценить принимаемые решения с точки зрения влияния на ключевые оценочные показатели, выступающие в качестве измерителей эффективности логистической деятельности компании. Результаты исследований авторов, представленные в статье, на наш взгляд, удачно сочетают новизну научного подхода к решению данной проблемы, основанного на применении интегрального метода экономического анализа к исследованию факторного воздействия на ключевые оценочные показатели логистики, и практическую значимость, заключающуюся в формировании эффективной инструментария оценки принимаемых решений.

Заключение. Представленная статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям: тема работы актуальна, статья содержит результаты исследования, характеризующие научную новизну и практической значимостью, в связи с чем может быть рекомендована к публикации.

*Зайцев Е.И., д.э.н., профессор Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета*

## 3.9. EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF LOGISTIC OPERATIONS BASED ON KEY INDICATORS

V.V. Lukinskiy, Doctor of Economics, Professor at Department of Logistics and Transport Management; T.G. Shulzhenko, Ph.D. in Economics, Assistant Professor at Department of Logistics and Transport Management

*Saint-Petersburg State University of Engineering and Economics*

Development and active implementation of a logistics approach to practice management position requires development of analytical tools for evaluating the performance of logistics systems and logistics management activities of the staff of the company. The paper presents an approach to quantify the formation of key performance indicators of logistics activities (KPI) using an integrated method of economic analysis, given the model, reflecting the influence of key factors.

## Literature

1. M.I. Bakanov. Theory of Economic Analysis [Text]: a textbook / M.I. Bakanov, A.D. Sheremet. – Moscow: Finances and Statistics, 1999. – 416 p.
2. D. Bowersox. Logistical Management [Text] : The Integrated Supply Chain Process / Donald D.Bowersox, David J.Closs. – 2<sup>nd</sup> ed. – Moscow: Olimp-Business, 2006. – 640 p.
3. Implementing the Balanced Scorecard [Text] / Horváth & Partners. – 3rd ed. – Moscow: Alpina Business Books, 2008. – 478 p.
4. M.N. Grigoriev. Logistics [Text] : a textbook for students / M.N. Grigoriev, A.P. Dolgov, S.A. Uvarov. – Moscow: Gardariki, 2006. – 463 p.
5. V.V. Dybskaya. Logistics [Text]: a textbook / V.V. Dybskaya, E.I. Zaitsev, V.I. Sergeev, A.N. Sterligova, ed. V.I. Sergeev. – Moscow: Penguin Books, 2008. – 944 p.
6. Christopher, M. Logistics and Supply Chain Management [Text] / Christopher Martin; ed. V.S. Lukinskiy – St. Petersburg. Peter, 2005. – 316 p.
7. M. Christopher. Logistics Marketing [Text] / Martin Christopher, Helen Peck. – M.: Technology, 2005. – 200 p.
8. V.V. Lukinskiy. Analysis and development of a model of optimal order size [Text] / V.V.Lukinskiy // Vestnik ENGECONa. – Ser.: Economics. – 2006. – № 4 (13). – P.202-213.
9. V.V. Lukinskiy. Assessment of key performance indicators of logistics on the basis of methods of economic analysis [Text] / V.V. Lukinskiy, M.A. Markovitch, T.G. Shulzhenko // Logistics: modern trends: Materials of the X International scientific-practical.konf. April 2011, 14, 15; V.S. Lukinskiy (executive editor) [and others]. – SPb.: SPbGIEU, 2011. – P.217-219.
10. V.V. Lukinskiy. Inventory management in supply chain [Text] : The optimal order size / V.V. Lukinskiy. – Stavropol: North-Caucasus GTU, 2007. – 118 p.
11. V.S. Lukinskiy. General model of logistics costs: evolution and trends [Text] / V.S. Lukinskiy, V.V. Lukinskiy, T.G. Shulzhenko // Materials of International scientific-practical seminar «GreenLogistics: The future of logistics" (March 31 – April 1 2011). – SPb.: PGUPS, 2011. – P.45-48.
12. M.A. Markovitch. Formation of evaluation methods effective supply chains based on key indicators of logistics [Text] / M. Markovitch // Vestnik ENGECONa. – Ser.: Economics. – 2011. – № 2 (45). – P.299-304.
13. E.E. Pinkhasik. Analysis of passenger road transport industry by the integral method [Text] / E.E. Pinkhasik. – Moscow: Transport, 1989. – 80 p.
14. V.I. Sergeev. The problem of building a balanced scorecard logistics [Text] / V.I.Sergeev // Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: Materials of IV German-Russian seminar of logistics; ed.D.A.Ivanov, W. Meynberg. – Gottingen: GUVILLER VERLAG, 2009. – P.28-35.
15. J. Hadley. An analysis of inventory management systems [Text] / D.Hedli, T. Whitin. Moscow: Nauka, 1969. – 510 p.

## Keywords

Efficiency; logistics system; logistics management; total logistics cost model (TLC); service level; logistics cycle; balanced scorecard; key performance indicators of logistics (KPI); economic analysis; integral method; the model of optimal order size (EOQ).