

## ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧНОГО ОБЪЕМА ЗАКАЗА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФЛЯЦИИ

С.Ф. Миксюк, Е.В. Коврик\*

В статье обоснована необходимость применения модифицированной формулы Уилсона для расчета экономического объема заказа материальных ресурсов в условиях инфляции. Суть модификации состоит в выделении в качестве составляющих логистических затрат альтернативных издержек и во включении в модель не номинальной, а реальной ставки процента. Эффективность подхода доказывается на основе сравнения совокупных затрат запасаообразования в рамках проведения многовариантных сценарных модельных расчетов для различных соотношений ставки процента и инфляции.

**Ключевые слова:** запасы, экономичный объем заказа, инфляция, модифицированная формула Уилсона.

**JEL-классификация:** M21, M39.

Запасы многих белорусских предприятий составляют более половины всех активов. Появление новых продуктов ведет к дальнейшему наращиванию запасов. Принимая во внимание величину активов, представленных запасами, можно сделать вывод, что запасы – крупный фактор издержек. Сокращение запасов всего на несколько процентов может дать значительное повышение рентабельности. В то же время степень минимизации запасов должна быть обоснованной, так как компаниям необходимо иметь запасы, достаточные для удовлетворения спроса потребителей в период между пополнениями. Учитывая, что белорусская экономика, являясь по своему характеру малой, открытой, ресурсозависимой, в наибольшей степени подвержена внешним рискам, задача управления запасами для белорусских предприятий еще более усложняется. В условиях инфляции увеличение запасов вообще является оправданным, ведь последние могут выступить эффективным средством сохранения

стоимости денег, а при колебаниях спроса требуется буфер, позволяющий компенсировать нестабильность, случающуюся в масштабах всей цепи поставок.

Исследованием вопросов управления запасами в логистических системах занимаются многие известные ученые-экономисты: М.Н. Григорьев, И.А. Еловой, Р.Б. Ивуть, О.И. Карпеко, А.Н. Стерлигова, С.А. Уваров, Дж. Шрайбфедер, Дж.Р. Сток, Мах Muller, S. Chopra, Paul Norbin и др. Имеющиеся в литературе подходы преимущественно ориентированы на условия относительно устойчивой экономической конъюнктуры и содержат подходы к определению экономического объема заказа (ЭОЗ) и систем контроля над уровнем запаса. Целью данного исследования является обоснование методики расчета ЭОЗ материальных ресурсов производственного предприятия в условиях инфляции.

В логистике запасов широкую известность получила зависимость по определению ЭОЗ при помощи формулы Уилсона (1):

\* Миксюк Светлана Федоровна (smeksyuk@mail.ru), доктор экономических наук, профессор кафедры прикладной математики и экономической кибернетики Белорусского государственного экономического университета, бизнес-аналитик управления логистики ООО «ОМА» (г. Минск, Беларусь);

Коврик Екатерина Владимировна (kovrik91@yandex.ru), магистрант Белорусского государственного экономического университета, бизнес-аналитик управления логистики ООО «ОМА» (г. Минск, Беларусь).

$$q' = \sqrt{2 \cdot \frac{C_{\text{тр}} \cdot S}{C_{\text{хр}}}} \quad (1)$$

где  $q'$  – оптимальный размер заказа по конкретной товарной позиции;

$C_{\text{тр}}$  – транспортные и связанные с ними расходы (погрузка, разгрузка) на выполнение одного заказа по данному наименованию товара;

$S$  – величина спроса (потребления) данного наименования товара за установленный промежуток времени;

$C_{\text{хр}}$  – издержки на хранение единицы товара в течение периода времени потребления величины  $S$  (Muller, 2003. Р. 127–130).

Модель исходит из условия идеальной системы управления запасами и имеет ряд допущений: уровень спроса постоянен в течение планового периода времени; спрос удовлетворяется полностью и мгновенно; отсутствуют ограничения по производственным мощностям склада, по финансам, объему транспортного средства; затраты на размещение и выполнение заказа не зависят от размера заказа и постоянны в течение планового периода; цена поставляемой продукции в течение планового периода постоянная (Сток, 2005. С. 221).

В литературе разработаны модификации модели Уилсона по устранению перечисленных допущений: ЭОЗ в условиях допустимого дефицита, ЭОЗ в условиях ограничений, многопоменклатурные заказы (Стерлигова, 2013. С. 181–194). Что касается изменения цены, то модификации этих формул построены либо с выделением затрат на закупку в части предоставления оптовых скидок, либо на основе детализации затрат на хранение с выделением элементов, зависящих от стоимости запасов.

Так, П. Дроздовым (2009. С. 64–67) при расчете ЭОЗ был предложен подход на основе выделения в затратах на хранение  $C_{\text{хр}}$  потерь финансового капитала, т. е. потерь, связанных с замораживанием капитала в запасах:

$$C_{\text{т}} = E \cdot \frac{q}{2} \cdot P, \quad (2)$$

где  $E$  – коэффициент эффективности финансовых вложений за период времени потребления величины  $S$ ;

$P$  – цена единицы материального ресурса (Там же. С. 64–67).

Данный показатель еще можно интерпретировать как издержки упущенной выгоды или альтернативные издержки. Альтернативные издержки – это издержки на производство/реализацию товара, оцененные с точки зрения потерянности возможности использования этих же ресурсов в других целях. Издержки, упущенные выгоды, это не расходы в бухгалтерском понимании, а экономическая конструкция для учета упущенных альтернатив.

Коэффициент  $E$ , который оценивает эффективность финансовых вложений за период времени потребления величины  $S$ , в стандартной ситуации представляет собой величину, соответствующую депозитному проценту за период времени потребления величины  $S$  (Там же. С. 66–67).

Поэтому, для того чтобы уменьшить влияние негативного эффекта, совокупные издержки при формировании запасов должны дополнительно включать расходы, обусловленные потерями от недополучения дохода:

$$C_{\text{л}} = C_{\text{тр}} \cdot \frac{S}{q} + \left(\frac{q}{2} + q_b\right) \cdot C_{\text{хр}} + E \cdot \left(\frac{q}{2} + q_b\right) \cdot P, \quad (3)$$

где  $C_{\text{л}}$  – логистические затраты с учетом потерь от недополучения дохода;

$q$  – размер заказа с учетом потерь от недополучения дохода;

$q_b$  – страховой запас.

На основе вышеизложенного формула по определению ЭОЗ с учетом потерь от недополучения дохода в отличие от классической формулы Уилсона (1) имеет следующий вид:

$$q = \sqrt{2 \cdot \frac{C_{\text{тр}} \cdot S}{C_{\text{хр}} + E \cdot P}} \quad (4)$$

Заметим, что формула (4) применима в случае незначительного уровня инфляции. В противном случае, исходя из данной формулы, следует, что с ростом инфляции ЭОЗ должен снижаться, что противоречит тезису об экономической целесообразности создания спекулятивного запаса в условиях инфляции. Поэтому в качестве коэффициента эффективности финансовых вложе-

ний  $E$  в условиях инфляции нами предложено использование показателя не номинальной, а реальной ставки процента (ставки, скорректированной на уровень инфляции), что более адекватно описывает эффективность финансовых вложений.

В этом случае методика расчета логистических затрат (3) при условии, что спрос в периоде постоянный, модифицируется с учетом реальной ставки процента следующим образом:

$$C_n = C_{np} \cdot \frac{S}{q} + \left(\frac{q^*}{2} + q_b\right) \cdot C_{xp} + E_p \cdot \left(\frac{q^*}{2} + q_b\right) \cdot P, \quad (5)$$

где  $E_p$  – реальная ставка процента.

Поскольку функция (5) непрерывна, выпукла и ограничена снизу, то она имеет минимум. Необходимым условием существования минимума функции является равенство нулю ее производной по  $q$ :

$$\frac{dC_n}{dq} = -\frac{S}{q^2} \cdot C_{np} + \frac{C_{xp}}{2} + \frac{E_p \cdot P}{2} = 0. \quad (6)$$

Из последнего следует, что ЭОЗ определяется как:

$$q^* = \sqrt{2 \cdot \frac{C_{np} \cdot S}{C_{xp} + E_p \cdot P}}. \quad (7)$$

Для доказательства эффективности подхода нами разработана в среде Excel модель, позволяющая в имитационном режиме проводить сравнения совокупных логистических затрат по базовому и предлагаемому подходу.

В рамках модели расчеты проводятся в три этапа.

На первом этапе рассчитывается ЭОЗ по базовому варианту на основе известного в литературе подхода в соответствии с (4) по номинальной ставке процента и соответствующие ему логистические затраты запасообразования с учетом альтернативных издержек в соответствии с (3).

На втором этапе, в соответствии с (7), рассчитываются модифицированный ЭОЗ по реальной ставке и логистические затраты запасообразования с учетом альтернативных издержек, рассчитанных также по реальной ставке процента в соответствии с (5).

На третьем этапе по базовому и модифицированному подходам рассчитываются совокупные годовые затраты на закупку:

$$C_p = \sum_{i=0}^{n_q-1} q^i \cdot P \cdot p_q^i, \quad (8)$$

где  $C_p$  – совокупные годовые затраты на закупку;

$n_q$  – количество заказов в год (зависит от размера заказа);

$p_q^i$  – индекс цен в периоде заказа.

Также на данном этапе рассчитываются в целом логистические затраты запасообразования:

$$C = C_p + C_n, \quad (9)$$

где  $C$  – логистические затраты запасообразования.

Сравнение совокупных затрат запасообразования по двум подходам позволит оценить эффективность предлагаемого подхода.

Целесообразность использования этого подхода доказывалась на реальных данных 2013 г. по позиции производственных запасов «стопор пластины ERN» предприятия ООО «Винкхард», которое специализируется на производстве и продаже оконной и дверной фурнитуры. Этот период характеризовался значительным уровнем инфляции (на уровне 15% в год) и высокими процентами по срочным депозитам (на уровне 28% годовых).

Для расчета эффективности подхода сформирована информационная база расчетов, основные показатели которой представлены в табл. 1.

Для различных уровней инфляции по разработанной модели проведены многовариантные сценарные расчеты, результаты которых представлены в табл. 2. Как видно, при базовом подходе ЭОЗ не зависит от уровня инфляции и составляет 3571 шт. В модифицированном подходе сценарий отсутствия инфляции совпадает с базовым подходом, однако с ростом инфляции ЭОЗ увеличивается: при отсутствии инфляции ЭОЗ составлял 3571 шт., при уровне инфляции 15% – 5063 шт., при 23% – 7457 шт., при уровне инфляции 29% ЭОЗ увеличился в сравнении с базовым в 6 раз и составил 21 270 шт. Разница ЭОЗ по вариантам

Информационная база модуля «Управление запасами»  
по наименованию «стопор пластины ERN»

Таблица 1

Показатель	Значение
Годовая потребность, шт.	67 376
Расстояние перевозки, км	398
Транспортные расходы, руб.	3 623 405
Загрты на осуществление заказа, руб.	1 703 155
Издержки на выполнение одного заказа, руб.	5 326 560
Доля стопора пластины ERN в объеме запасов	0,019
Доля материальных ресурсов в общем объеме запасов	0,0361
Издержки на выполнение заказа стопора пластины, руб.	3726,6
Доля затрат на хранение запасов, %	1,84
Цена 1 шт. стопора, руб.	132
Загрты на хранение 1 шт. в год, руб.	2,43

Источник. Авторская разработка.

На рис. 1 графически представлена зависимость всех групп логистических затрат запосообразования (затраты на пополнение запаса, затраты на хранение запаса, альтернативные издержки) от размера заказа по базовому варианту и модифицированному варианту для четырех уровней инфляции – 15, 23, 28 и 29%.

На рис. 1а представлен график зависимости логистических затрат от размера заказа по базовому варианту (без учета инфляции). Его

интерпретируется нами как спекулятивный запас для различных уровней инфляции.

Данные табл. 2 показывают, что при изменении реальной ставки от 28% до (-1%) в структуре заказа доля спекулятивного запаса увеличивается с 30 до 83%. При этом, как следует из расчетов, наблюдается снижение совокупных затрат запосообразования по всем рассматриваемым вариантам относительно базового. Чтобы понять механизм снижения затрат запосообразования в условиях инфляции, рассмотрим раздельно поведение двух групп издержек, связанных с запасами, – логистические издержки и затраты на закупку.

сравнение с другими вариантами показывает, что в точке ЭОЗ базовый вариант отличается невысоким уровнем затрат на хранение и значительными альтернативными издержками. На рис. 1б, 1в изображены сценарии поведения логистических затрат при уровне инфляции меньшем, чем номинальная ставка процента. С увеличением инфляции в точке ЭОЗ затраты на хранение увеличиваются при снижении уровня альтернативных издержек и затрат на пополнение.

На рис. 1г показаны логистические затраты при уровне инфляции, равной номинальной ставке процента. Как можно заме-

Экономический эффект применения модифицированной формулы Уилсона

Таблица 2

Показатель	Базовый вариант, (формула 4)	Модифицированный вариант (формула 7), реальная ставка процента			
	-	13%	5%	0%	-1%
	Номинальная ставка/инфляция, %				
	28/отсутствует	28/15	28/23	28/28	28/29
ЭОЗ, шт.	3571	5063	7457	14 376	21 270
В том числе спекулятивный запас (шт.)	-	1493	3887	10 805	17 700
Логистические затраты (с альтернативными издержками), млн руб.	0,14	0,1	0,07	0,03	0,02
Изменение логистических затрат в сравнении с базовым вариантом, млн руб.	-	-0,04	-0,07	-0,11	-0,16
Годовые затраты на закупку запаса, млн руб.	8,96	9,27	9,73	9,80	9,19
Годовые затраты на закупку запаса при объеме ЭОЗ базового варианта, млн руб.	-	9,58	9,90	10,09	10,13
Совокупный эффект (суммарное изменение лог. затрат и затрат на закупку), млн руб.	-	-0,35	-0,24	-0,4	-1,1

Источник. Авторская разработка.

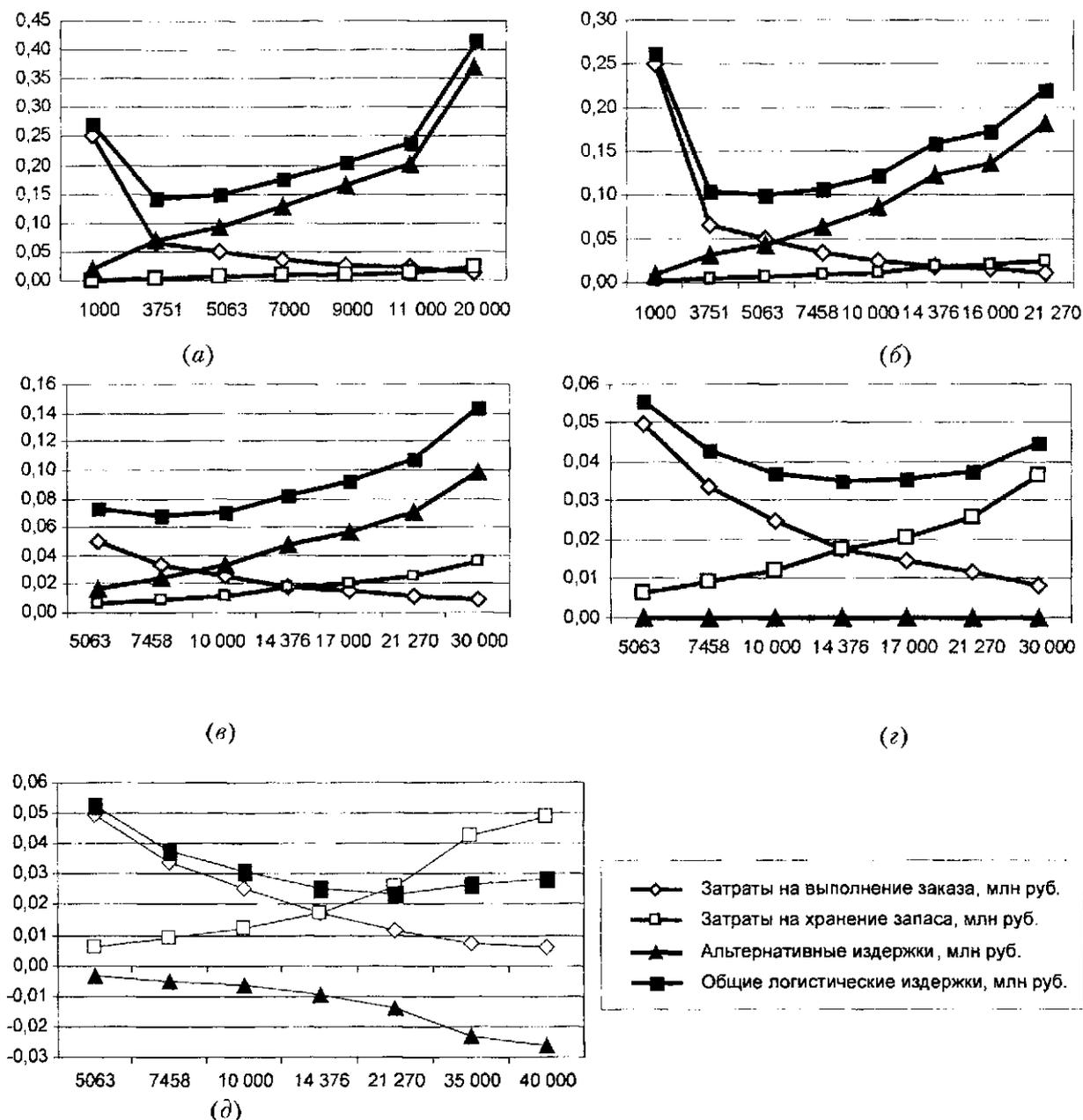


Рис. 1. Зависимость логистических затрат от размера заказа по базовому (а) и модифицированному варианту при инфляции (б – 15%, в – 23, г – 28 и д – 29%).

Источник. Авторская разработка.

тить, альтернативные издержки в данном случае равны нулю, следовательно, не имеет значения, вкладывать ли деньги в запасы или положить на депозит. Однако в условиях ожидаемого роста инфляции предпочтительнее первый вариант. Также стоит отметить, что в данном случае модифицированная формула для расчета ЭОЗ (7) превращается в классическую (1).

На рис. 1д представлен вариант, когда уровень инфляции выше номинальной ставки процента. В этом случае инвести-

ционные вложения в производственные запасы интерпретируются нами как источник получения дополнительной прибыли, что на графике отражено нахождением линии альтернативных издержек в области отрицательных значений. Затраты на хранение по данному варианту наиболее значительные, что связано с высоким уровнем хранимого запаса. Но в то же время этот вариант характеризуется невысокими затратами на пополнение как следствие малого количества заказов (три заказа в год).

Как видно из рис. 1, по всем рассчитываемым вариантам наблюдается снижение логистических затрат относительно базового, при этом снижение достигается за счет более быстрого снижения альтернативных издержек и затрат на пополнение в сравнении с ростом затрат на хранение.

В табл. 3 представлены результаты расчета затрат на закупку по всем вариантам. Обращает на себя внимание тот факт, что совокупные затраты на закупку по модифицированному варианту по всем сценариям инфляции ниже соответствующих затрат базового. Данный факт напрямую связан с формированием спекулятивного запаса в объеме ЭОЗ.

В целом, предлагаемый в статье подход обеспечивает за счет учета соотношения «инфляция–ставка процента» снижение совокупных затрат запасообразования (включая затраты на закупку) по позиции «стопор пластины ERN» для предприятия «Винкхард» на уровне 3–10% в зависимости от сценария.

При управлении запасами в условиях риска достаточно сложным является вопрос о моментах изменения параметров управления для достижения цели управления – минимум издержек запасообразования. Результаты проведенного исследования показывают, что индикатором к изменению параметров управления в условиях инфляции может служить реальная ставка процента. На рис. 2 представлена зависимость количества заказов ( $y$ ) от реальной процентной ставки ( $x$ ) для предприятия «Винкхард». Как видно из графика, связь характеризуется как тесная линейная с коэффициентом детерминации 0,964. При этом из уравнения регрессии следует, что для достижения цели минимизации совокупных затрат запасообразования при увеличении реальной процентной ставки на 2 п.п. годовое количество заказов целесообразно увеличить на один, соответствующим образом снижая при этом ЭОЗ.

Таким образом, результаты расчетов показали, что представленная в статье модифицированная формула Уилсона (7) в

Таблица 3

Результаты расчетов затрат на закупку, млн руб.

№ заказа	Стоимость каждого заказа, инфляция								
	15%, сценарий 1	23%, сценарий 2	28%, сценарий 3	29%, сценарий 4	Отсутствует, сценарий базов.	15%, ЭОЗ базов.	23%, ЭОЗ базов.	28%, ЭОЗ базов.	29%, ЭОЗ базов.
1	0,67	0,98	1,90	2,81	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
2	0,68	1,01	1,99	3,06	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48
3	0,68	1,03	2,09	3,33	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
4	0,69	1,05	2,20	-	0,47	0,48	0,49	0,49	0,49
5	0,70	1,08	1,62	-	0,47	0,49	0,49	0,50	0,50
6	0,71	1,10	-	-	0,47	0,49	0,50	0,50	0,50
7	0,71	1,13	-	-	0,47	0,49	0,50	0,51	0,51
8	0,72	1,16	-	-	0,47	0,50	0,51	0,52	0,52
9	0,73	1,18	-	-	0,47	0,50	0,51	0,52	0,52
10	0,74	-	-	-	0,47	0,50	0,52	0,53	0,53
11	0,74	-	-	-	0,47	0,51	0,53	0,54	0,54
12	0,75	-	-	-	0,47	0,51	0,53	0,54	0,55
13	0,76	-	-	-	0,47	0,51	0,54	0,55	0,55
14	-	-	-	-	0,47	0,52	0,54	0,56	0,56
15	-	-	-	-	0,47	0,52	0,55	0,57	0,57
16	-	-	-	-	0,47	0,53	0,56	0,57	0,58
17	-	-	-	-	0,47	0,53	0,56	0,58	0,58
18	-	-	-	-	0,47	0,53	0,57	0,59	0,59
19	-	-	-	-	0,47	0,54	0,57	0,60	0,60
Итого в год	9,27	9,73	9,80	9,19	8,96	9,58	9,90	10,09	10,13

Источник. Авторская разработка.

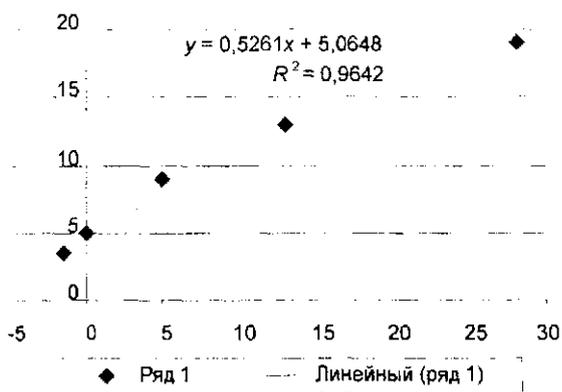


Рис. 2. Зависимость количества заказов от реальной процентной ставки.

Источник. Авторская разработка.

сравнении с известной модификацией формулы Уилсона с учетом финансовых потерь (4) позволяет увеличить набор факторов, определяющих ЭОЗ, за счет дополнительного учета соотношения «инфляция-ставка процента» и на этой основе более обоснованно подойти к определению параметров управления производственными запасами в условиях инфляции. Прямой эффект от реализации подхода выражает-

ся в снижении совокупных затрат запасообразования, что в конечном итоге способствует увеличению рентабельности производства и росту ценовой конкурентоспособности предприятия.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

Дроздов П. 2009. К вопросу определения оптимального размера заказа. *Директор*. № 3 (117). С. 64–67.

Drozhdov P. 2009. K voprosu opredeleniia optimal'nogo razmera zakaza. [About calculation the economical order quantity]. *Director*. No 3. P. 64–67.

Стерлигова А. 2013. *Управление запасами в цепях поставок*: учебник. Москва: ИНФРА.

Sterligova A. 2013. *Upravlenie zapasami v tsepiakh postavok: uchebnik*. [Inventory management in supply chains]. Moscow: INFRA.

Сток Дж.Р. 2005. *Стратегическое управление логистикой*: пер. с 4-го англ. изд. Москва: ИНФРА-М.

Stock Dzh.R. 2005. *Stratrgicheskoe upravlenie logistikoi* [Strategic Logistics Management]. Moscow: INFRA-M.

Muller M. 2003. *Essentials of inventory management*. New York: AMACOM.

## LOGISTIC APPROACH TO CALCULATING THE ECONOMICAL ORDER QUANTITY OF MATERIAL RESOURCES FOR A MANUFACTURING ENTERPRISE IN TERMS OF INFLATION

Svetlana Miksyuk, Ekaterina Kovrik<sup>1</sup>

Authors affiliation: <sup>1</sup> Belarusian State Economic University (Minsk, Belarus).

Corresponding author: Ekaterina Kovrik (kovrik91@yandex.ru).

**ABSTRACT.** The article substantiates the need for a modified Wilson's formula for calculating economical order quantity of material resources in terms of inflation. The essence of the modification is that the opportunity costs are viewed as the components of logistics costs; real interest rates are included in the model instead of nominal interest rates. The efficiency of the approach is proved by comparing the total stock costs in the framework of multivariate model scenario calculations for different ratios of interest rates and inflation.

**KEYWORDS:** stocks, economical order quantity, inflation, modified Wilson's formula.

**JEL-code:** M21, M39.

Материал поступил 30.01.2014 г.

□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□  
□□□□□□□□.