

УДК 658.07

JEL Classification: D81

DOI:10.31375/2226-1915-2018-2-100-110

**МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ  
СТРАХУВАННЯ РИЗИКІВ ПРИ ПЛАНУВАННІ РОБОТИ  
ДВОРІВНЕВОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ**

**Ю.В. Куруджи**

асистент кафедри «Менеджмент і маркетинг»

*yulia.kurudzhi@ukr.net*

*Одеський національний морський університет, Одеса, Україна*

**Анотація.** У статті пропонується методологічний підхід до оцінки ринкового ризику при плануванні роботи дворівневої логістичної мережі. На основі динамічної моделі спільної оптимізації планів закупівлі товару оптовою фірмою і його доставки в пункти роздрібною торгівлі розроблений метод, який дозволяє визначити доцільність страхування ринкових ризиків, пов'язаних з відхиленням запланованих до перевезення обсягів товару від фактичного попиту. Вважається, що фірма-оптовик планує свою діяльність на декілька періодів. Продаж товарів у пункти роздрібною торгівлі проводиться за рахунок запасів, які є на складі фірми на початку кожного періоду. Попит на готову продукцію вважається випадковою величиною із заданою щільністю розподілу. Розроблений метод дозволяє кількісно оцінити економічну доцільність страхування ризику незадоволення попиту на товар в пунктах роздрібною торгівлі та ризику перевищення кількості доставленої продукції над попитом. Пропонується вирішальне правило для знаходження величини страхової премії, при якій страхування ризиків збитків логістичної мережі стає доцільним. Отримані результати є основою для подальших досліджень і узагальнень. Запропонований підхід може бути використаний для моделювання та оптимізації роботи ланцюгів поставок інших конфігурацій на деякому горизонті планування, а також для вивчення багатомономенклатурних динамічних моделей з випадковим попитом в пунктах призначення.

**Ключові слова:** логістична мережа, стохастична оптимізація, максимум прибутку, випадковий попит, страхування ризиків, критерій доцільності страхування.

**МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ  
СТРАХОВАНИЯ РИСКОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАБОТЫ  
ДВУХУРОВНЕВОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СЕТИ**

**Ю.В. Куруджи**

ассистент кафедры «Менеджмент и маркетинг»

*Одесский национальный морской университет, Одесса, Украина*

**Аннотация.** В статье предлагается методологический подход к оценке рыночного риска при планировании работы двухуровневой логистической сети.

© Куруджи Ю.В., 2018

На основе динамической модели совместной оптимизации планов закупки товара оптовой фирмой и его доставки в пункты розничной торговли разработан метод, который позволяет установить целесообразность страхования рыночных рисков, связанных с отклонением запланированных к перевозке объемов товара от фактического спроса.

Предполагается, что фирма-оптовик планирует свою деятельность на несколько периодов вперед. Продажа товаров в пункты розничной торговли производится за счет запасов, имеющихся в наличии на складе фирмы в начале каждого периода. Спрос на готовую продукцию считается случайной величиной с заданной плотностью распределения. Разработанный метод позволяет количественно оценить экономическую целесообразность страхования риска неудовлетворения спроса на товар в пунктах розничной торговли и риска превышения количества доставленной продукции над спросом. Предлагается решающее правило для нахождения величины страховой премии, при которой страхование рисков убытков логистической сети становится целесообразным. Полученные результаты являются основой для дальнейших исследований и обобщений. Предложенный подход может быть использован для моделирования и оптимизации работы цепей поставок других конфигураций на некотором горизонте планирования, а также для изучения многономенклатурных динамических моделей со случайным спросом в пунктах назначения.

**Ключевые слова:** логистическая сеть, стохастическая оптимизация, максимум прибыли, случайный спрос, страхование рисков, критерий целесообразности страхования.

UDC 658.07

JEL Classification: D81

DOI:10.31375/2226-1915-2018-2-100-110

#### A METHOD OF ASSESSMENT OF INSURANCE RISK'S ECONOMIC EXPEDIENCY FOR TWO-LEVEL LOGISTIC NETWORK ACTIVITY PLANNING

**Kurudzhi Yu.**

assistant of the Chair «Management and Marketing»  
yulia.kurudzhi@ukr.net

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

**Abstract.** In the article, the problem of risk control during the optimal planning of purchase and transportation plans in the two-level logistics network is formulated and solved. The main goal of the investigation is finding the rules of risks insurance expediency which are related to random fluctuations of demand.

A methodological approach to the assessment of market's risk for two-level logistic network activity planning is suggested. A method for assessment of the economic expediency of insurance risk associated with a deficiency or excess of finished product is built.

The method is based on stochastic dynamic optimization model. The model of logistic network describes the co-ordination among wholesale company and retail outlets

with the aim to maximize the total profit. It is supposed that there are wholesale company for purchase finished product of manufacturing. The manufactured finished product comes at the warehouse, from which it must be delivered to destinations.

The control parameters must satisfy the following conditions: through warehouse can not be handled more cargo than the capacity of the item; realization of products have to be from the inventories storing in warehouses of the wholesale company in the beginning of each period; needs of all destinations have from the inventories are in warehouses of the retail outlets in the previous period to be satisfied; control parameters must be non-negative. The demand for any kind of finished product is assumed to be random variable with the known probability density.

The results obtained give possibility to formulate the criterion of expediency of risk's insurance of deficiency or excess of finished products in the retail outlets. The proposed method reflects certain realities of manufacturing and logistics processes, and can be used in practical activities of enterprises. Practical use of our method allows to reduce financial loss under such risk appearance for logistic network activity planning.

The numeral illustration of the developed method for stochastic dynamic optimization model is given. Appropriate numerical experiments are discussed and relevant results are presented.

The results obtained are the basis for further investigations and generalizations. It is shown that our approach may be used for other configurations of supply chain modeling and optimization, as well, application of multi-product dynamic models of inventory control with random demand at destinations.

**Keywords:** logistic network, random demand, stochastic optimization, maximum profit, insurance of risk, criterion of risks insurance expediency.

**Постановка проблеми.** Велика різноманітність ситуацій ризику, які виникають в процесі діяльності логістичних мереж, зумовлена, в основному, невизначеністю, що породжується різними зовнішніми і внутрішніми факторами. Джерелами можливих ризиків можуть бути коливання ринкового попиту, помилки прогнозів, відсутність взаємодії між елементами ланцюга поставок, відмови обладнання, труднощі з отриманням сировини, матеріалів, людський фактор тощо.

Теорія управління запасами вирішує проблему створення оптимального рівня запасів при невизначеному попиті на товар з огляду на те, що втрати виникають як при наявності незадоволеного попиту, так і

від того, що товар лежить на складі. Часто в задачах такого роду вважають, що попит є випадковою величиною з заданим розподілом, і тоді модель системи зберігання запасів може бути сформульована у вигляді математичної моделі з випадковим чинником.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Для управління ринковими ризиками в даний час розроблені різні концепції, прийоми і методи [1-4]. Але не завжди їх можна використовувати у випадку логістичних мереж і ланцюгів поставок, адже здебільшого ці методи засновані тільки на моделюванні і математичному аналізі виключно фінансових процесів ризику без урахування процесів виробництва, перевезення, збе-

рігання продукції, які породжують їх. У статті [5] наводиться постановка і вирішення задачі управління ризиком на прикладі класичної задачі оптимального планування виробництва промисловим підприємством при випадковому коливанні попиту на готову продукцію. У роботах [6-7] цей підхід був поширений для задач управління ризиком в ланцюгах поставок типу А [8] з урахуванням одночасного впливу факторів зовнішньої і внутрішньої невизначеності.

Зазначимо, що в розглянутих роботах запропоновані методи страхування ризиків були основані на статичних моделях, без врахування фактору часу. Вивчення динамічних оптимізаційних моделей (див, напр., [9-11]), виводить на передній план проблему управління запасами. Ефективне управління запасами дозволяє задовольняти очікування споживачів, створюючи такі запаси комплектуючих і продукції, що максимізують чистий прибуток.

**Завдання дослідження.** Метою статті є поширення підходу, реалізованого в [5-6], для вирішення задачі управління ризиком на прикладі динамічної дворівневої моделі оптимізації плану закупівлі фірмою-оптовиком товару і його розподілу між пунктами роздрібною торгівлі [11].

**Основний матеріал дослідження.** Наведемо розглянуту в [11] оптимізаційну модель планів закупівлі та доставки товару в логістичній мережі в умовах випадкового попиту.

Припустимо, що оптова фірма планує свою діяльність на  $T$  періодів. В періоді  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$  вона планує закупити у постачальників товар в кількості  $x_t$ , який буде зберігатися на складі місткістю  $E$ . У цьому ж періоді

товар повинен бути доставлений в пункти роздрібною торгівлі  $D_1, D_2, \dots, D_N$  в кількостях  $y_{nt}$ ,  $n=1, 2, \dots, N$ . Будемо вважати, що попит на товар в періоді  $t$  в пункті  $D_n$  дорівнює  $d_{nt}$ , причому величини  $d_{nt}$  утворюють послідовність незалежних в сукупності випадкових величин з функціями розподілу  $B_n(x) = \mathbf{P}\{d_{nt} \leq x\}$ . Також зробимо припущення, що місткості складів в пунктах роздрібною торгівлі  $D_n$  досить великі.

Вираз для визначення сумарного випадкового прибутку описаної логістичної системи на горизонті планування  $T$  буде мати вигляд

$$\begin{aligned}
 P = & \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T (p_{nt} - r_{nt}) y_{nt} - \sum_{t=1}^T c_{mt} x_{mt} - \\
 & - \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T s_t \left( q + \sum_{j=1}^t x_j - \sum_{j=1}^t \sum_{n=1}^N y_{nj} \right) - \\
 & - \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T s_{nt} \left( q_n + \sum_{j=1}^t y_{nj} - \sum_{j=1}^t d_{nj} \right) \mathbf{1}(I_{nt} > 0) - \\
 & - \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T p_{nt} \left( \sum_{j=1}^t d_{nj} - q_n - \sum_{j=1}^{t-1} y_{nj} \right) \mathbf{1}(d_{nt} > I_{n,t-1})
 \end{aligned} \tag{1}$$

У формулі (1)  $c_t$  – закупівельна ціна товару в періоді  $t$ , що включає в себе витрати на доставку товару на склад оптової фірми від постачальників,  $r_{nt}$  – вартість транспортування одиниці товару в пункт роздрібною торгівлі  $D_n$  в періоді  $t$ ,  $s_t$  – вартість зберігання одиниці товару на складі фірми в періоді  $t$ ,  $s_{nt}$  – вартість зберігання одиниці товару на складі пункту  $D_n$  в періоді  $t$ ,  $p_{nt}$  – закупівельна ціна товару в пункті  $D_n$  в періоді  $t$ ,  $q$  – початковий рівень запасу товару на складі фірми-оптовика,  $q_n$  – початковий рівень запасу товару на складі пункту роздрібною

торгівлі  $D_n$ .  $I_{nt}$  – запас товару в пунктах роздрібно́ї торгівлі в кінці періоду  $t$

$$I_{nt} = q_n + \sum_{j=1}^t y_{nj} - \sum_{j=1}^t d_{nj},$$

$$t = 1, 2, \dots, T, n = 1, 2, \dots, N.$$

Введені параметри управління  $(x_t, y_{nt})$ , з урахуванням прийнятих позначень та угод, повинні задовольняти наступним обмеженням:

$$\sum_{j=1}^t x_j - \sum_{j=1}^t \sum_{n=1}^N y_{nj} \leq E - q,$$

$$t = 1, 2, \dots, T, \quad (2)$$

$$-\sum_{j=1}^{t-1} x_j + \sum_{j=1}^t \sum_{n=1}^N y_{nj} \leq q,$$

$$t = 1, 2, \dots, T, \quad (3)$$

$$q_n + \sum_{j=1}^{t-1} y_{nj} \geq \sum_{j=1}^t d_{nj},$$

$$t = 1, 2, \dots, T, n = 1, 2, \dots, N. \quad (4)$$

Нерівність (2) вказує на те, що, хоча за перші  $j$  періодів фірма може закупити будь-яку кількість товарів, все ж вона не може зберігати на складі більше, ніж дозволяє його вільна місткість  $E$ . Обмеження (3) описують той факт, що продаж товарів у пункти роздрібно́ї торгівлі  $D_1, D_2, \dots, D_N$  потрібно проводити за рахунок запасів  $I_t$ , які є в наявності на складі на початок кожного періоду  $t$

$$I_t = q + \sum_{j=1}^t x_j - \sum_{j=1}^t \sum_{n=1}^N y_{nj}, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

Умови (4) говорять про те, що попит на товар в пунктах роздрібно́ї

торгівлі  $D_1, D_2, \dots, D_N$  може бути задоволений лише тим запасом товару  $I_{nt}$ , який є на їх складах в кінці кожного періоду  $t$ , тобто при  $d_{nt} \leq I_{n,t-1}$ .

Зазначимо, що умови (4) повинні виконуватися з високим ступенем ймовірності, що математично може бути записано в такий спосіб:

$$\mathbf{P} \left\{ \sum_{j=1}^t d_{nj} \leq q_n + \sum_{j=1}^{t-1} y_{nj} \right\} \geq 1 - \varepsilon,$$

$$t = 1, 2, \dots, T, n = 1, 2, \dots, N,$$

де  $\varepsilon$  – задана мала ймовірність. Тоді (4) можна переписати у вигляді

$$B_n^{(t)} \left( q_n + \sum_{j=1}^{t-1} y_{nj} \right) \geq 1 - \varepsilon,$$

$$t = 1, 2, \dots, T, n = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Тут  $B_n^{(t)}(x)$  –  $t$ -кратна згортка функцій розподілу  $B_n(x)$  з собою.

Задача стохастичної оптимізації може бути сформульована таким чином: знайти план закупівлі  $\{x_t\}$  та доставки товару в пункти роздрібно́ї торгівлі  $\{y_{nt}\}$ , який доставляє максимальне значення математичному сподіванню функції (1) і задовольняє умовам (2)-(3), (5), а також умовами невід'ємності параметрів управління

$$x_t, y_{nt} \geq 0, \quad t = 1, 2, \dots, T, n = 1, 2, \dots, N.$$

Можливі ризики у діяльності описаної логістичної мережі можуть бути пов'язані з незадоволенням попиту в пунктах роздрібно́ї торгівлі та з необхідністю зберігання надлишків товару на складах.

У тому випадку, коли умова  $d_{nt} \leq I_{n,t-1}$  не виконується, попит на товар в пункті  $D_n$  в періоді  $t$  перевищує рівень запасу на складі, тобто  $d_{nt} > I_{n,t-1}$ . Тоді логістична система буде нести збитки, викликані дефіцитом товару в пунктах роздрібною торгівлі. Розмір цих збитків складе  $p_{nt}(d_{nt} - I_{n,t-1})\mathbf{I}(d_{nt} > I_{n,t-1})$ , де  $\mathbf{I}(A)$  – індикатор події  $A$ .

Якщо в періоді  $t$  на складі пункту  $D_n$  запас товару ненульовий, тобто виконується умова  $I_{nt} > 0$ , необхідно враховувати витрати на зберігання товару, які будуть дорівнювати значенню  $s_{nt}I_{nt}\mathbf{I}(I_{nt} > 0)$ .

Можливі сумарні збитки логістичної мережі складатимуть

$$X = p_{nt}(d_{nt} - I_{n,t-1})\mathbf{I}(d_{nt} > I_{n,t-1}) + s_{nt}I_{nt}\mathbf{I}(I_{nt} > 0). \quad (6)$$

Очевидно, що величина  $X$  є випадковою величиною з відомим законом розподілу.

Виникаючі в діяльності описаної логістичної мережі ризики можна страхувати або не страхувати.

Припустимо, що за договором страхування збитки, пов'язані з коливаннями попиту, страховик зобов'язується відшкодувати повністю, тоді вираз

$$p_{nt}(d_{nt} - I_{n,t-1})\mathbf{I}(d_{nt} > I_{n,t-1}) + s_{nt}I_{nt}\mathbf{I}(I_{nt} > 0)$$

буде являти собою розмір страхового відшкодування.

Позначимо через  $C$  страхову премію, яка виплачується страховій

компанії. Страхування буде доцільним у тому випадку, коли страхова премія не перевищуватиме розміру збитків, тобто ймовірність того, що розмір збитків, які буде застраховано, більший за страхову премію, достатньо велика. Математично це може бути записано наступним чином:

$$\mathbf{P}\{X > C\} \geq 1 - \varepsilon, \quad (7)$$

де  $\varepsilon$  – задана мала ймовірність.

Визначимо таке значення величини страхової премії  $C$ , яке задовольняло б умові (7). Для цього можна використати одну з модифікацій нерівності Чебишева, наведену в [12], що дозволить отримати наступну нерівність:

$$1 - \mathbf{P}\{X > C\} \geq \frac{(\mathbf{M}X - C)^2}{(\mathbf{M}X - C)^2 + \mathbf{D}X}, \quad (8)$$

де  $\mathbf{M}X$  – математичне сподівання випадкової величини (6),

$$\mathbf{D}X = \mathbf{M}X^2 - (\mathbf{M}X)^2 \text{ – дисперсія.}$$

Враховуючи (7) і (8), знаходимо

$$\mathbf{D}X = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} (\mathbf{M}X - C)^2. \quad (9)$$

Вирішальне правило (9) можна використовувати для знаходження величини страхової премії, при якій страхування ризиків збитків логістичної мережі стає доцільним.

Зазначимо, що для опису попиту в моделях управління запасами часто використовують гамма-розподіл, окремим випадком якого є розподіл Ерланга. Припустимо, що величини попиту  $d_{nt}$  розподілені за законом



Ерланга  $k$ -го порядку, тобто їхні функції розподілу

$$B_n(x) = 1 - e^{-\lambda_n x} \sum_{i=0}^{k-1} \frac{(\lambda_n x)^i}{i!}.$$

Тоді середнє значення випадкової величини, розподіленої за цим законом, дорівнює  $k/\lambda_n$ . Знайдемо  $t$ -кратну згортку функцій розподілу

$$B_n^{(t)}(x) = 1 - e^{-\lambda_n x} \sum_{i=0}^{kt-1} \frac{(\lambda_n x)^i}{i!}.$$

Дамо чисельну ілюстрацію побудованої моделі оптимізації для випадку  $T=3$ ,  $N=2$ , коли діяльність логістичної мережі планується на 3 періоди, а продукція доставляється в 2 пункти роздрібної торгівлі.

Проведемо обчислення для трьох варіантів, що відповідають різним значенням параметра  $k$  в розподілі Ерланга.

Параметри  $\lambda_n^{(k)}$  підберемо таким чином, щоб середнє очікуване значення обсягів попиту для різних варіантів розрахунків було однаковим (для  $k=1$ :  $\lambda_1^{(1)} = 0,02$   $\lambda_2^{(1)} = 0,025$ ; для  $k=2$ :  $\lambda_1^{(2)} = 0,04$   $\lambda_2^{(2)} = 0,05$ ; для  $k=3$ :  $\lambda_1^{(3)} = 0,06$   $\lambda_2^{(3)} = 0,075$ ).

Необхідні для розрахунків значення представлені в табл. 1.

Табл. 2 містить значення параметрів управління: обсягів закупівлі  $\{x_t\}$  і продажу  $\{y_m\}$ , які доставляють максимум цільовій функції, а також значення прибутку  $P$  і величини страхової премії  $C$ , при якій страхування ризиків збитків логістичної мережі стає доцільним, для трьох варіантів розрахунків.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку

Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів
$c_1$	5,3	$s_{11}$	0,1
$c_2$	6,0	$s_{21}$	0,1
$c_3$	6,2	$s_{12}$	0,2
$r_{11}$	1,8	$s_{22}$	0,2
$r_{21}$	1,6	$s_{13}$	0,3
$r_{12}$	2,2	$s_{23}$	0,3
$r_{22}$	2,0	$p_{11}$	5,5
$r_{13}$	2,0	$p_{21}$	5,7
$r_{23}$	2,0	$p_{12}$	8,9
$s_1$	0,1	$p_{22}$	9,5
$s_2$	0,1	$p_{13}$	10,0
$s_3$	0,2	$p_{23}$	10,0
$E$	150	$q_1$	134
$q$	100	$q_2$	118

Таблиця 2

Результати розрахунку параметрів управління

Умовні позначення	Варіанти		
	$k=1$	$k=2$	$k=3$
$x_1$	148,07	98,64	76,24
$x_2$	150,00	150,00	150,00
$x_3$	0	0	0
$y_{11}$	60,49	33,02	20,58
$y_{21}$	37,59	15,62	5,66
$y_{12}$	71,63	64,85	62,00
$y_{22}$	78,37	85,15	88,00
$y_{13}$	74,31	74,43	77,00
$y_{23}$	75,69	75,57	73,00
$P$	726,77	832,17	879,74
$C$	202,83	171,65	160,72

Отримані результати показують, що зі збільшенням параметра  $k$  сумарний прибуток логістичної системи зростає. При цьому, якщо попит розподілений експоненціально ( $k=1$ ), прибуток від продажу 398,07 од. товару складе 726,77 гр. од. У випадку, коли обсяги попиту мають розподіл Ерланга порядку  $k>1$ , меншій кількості реалізованого товару (348,64 од. для  $k=2$ , 326,24 од. для  $k=3$ ) відповідають більші значення прибутку: 832,17 гр. од. для випадку  $k=2$ , 879,74 гр. од. для  $k=3$ ).

Розраховані значення страхової премії  $C$ , при яких страхування ризиків в логістичній мережі стає доцільним, також зменшуються при збільшенні параметру розподілу  $k$ .

Таким чином, більш точний прогноз попиту на товар дозволяє учасникам логістичної мережі збільшити загальний прибуток за рахунок скорочення запасів закупаюваного для реалізації товару, так як зменшуються витрати на зберігання,

транспортування та закупівлю, а також на страхування ризиків.

**Висновки і пропозиції.** Стохастична оптимізаційна модель, описана в [11], дозволяє визначати оптимальну політику із закупівлі фірмою-оптовиком товару і його розподілу між пунктами роздрібною торгівлі на деякому горизонті планування з максимальним значенням очікуваного сумарного прибутку з урахуванням ризиків випадкового коливання попиту. На основі цієї моделі розроблений метод, який дозволяє визначити, доцільним чи ні є страхування ринкових ризиків дворівневої логістичної мережі. Проведені розрахунки показують, що неточно прогнозований попит є причиною підвищення витрат на страхування, зберігання надлишків, транспортування, втрат через брак товару, що тягне за собою зменшення прибутку. Для збільшення обсягу продажів і підвищення ефективності роботи логістичних мереж потрібен точний прогноз очікуваного попиту по всьому ланцюгу поставок.



Надалі представляє інтерес вивчення багатомоделювальних динамічних моделей з випадковим попитом в пунктах призначення і розробка методів, що дозволять кількісно оцінити економічну доцільність страхування ризику незадоволення попиту на товар в пунктах роздрібною торгівлі та ризику перевищення кількості доставленої продукції над попитом.

Також в описаній ситуації неявно присутній «ефект бичачого батога», коли незначні зміни попиту кінцевого споживача призводять до

значних відхилень у плануванні запасів інших учасників ланцюга поставок. Причинами цього можуть бути наростаючі помилки в прогнозуванні попиту, створення додаткових страхових запасів, збільшення розмірів партій поставок, коливання цін, несвоєчасне одержання необхідної інформації про потреби, відхилення від планових термінів і обсягів виробництва і поставок. Тому у подальших дослідженнях можливе дослідження функціонування логістичних мереж різної конфігурації з урахуванням такого ефекту.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бродецкий Г.Л. Управление рисками в логистике / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев. – М.: Академия, 2008. – 192 с.
2. Королев В.Ю. Математические основы теории риска: Учебн. пособие / В.Ю. Корлев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 544 с.
3. Останкова Л.А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками: Навчальний посібник / Л.А. Останкова, Н.Ю. Шевченко. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.
4. Bramel J. The logic of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics management / J. Bramel, D. Simchi-Levi. – Berlin: Springer, 1997. – 281.
5. Постан М.Я. Метод оценки рисков при оптимизации планирования выпуска продукции предприятием в условиях случайного спроса / М.Я. Постан // Научные труды ДонНТУ. Серия: экономическая. – Донецк: ДНТУ. – 2013. - № 4(46). – С. 321-325.
6. Куруджи Ю.В. Разработка модели оптимизации плана выпуска и доставки продукции с учетом факторов неопределенности / Ю.В. Куруджи // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2015. – № 4(3). – С. 12-15.
7. Куруджи Ю.В. Разработка метода оценки рыночного риска при планировании работы цепи поставок с учетом факторов внутренней и внешней неопределенности / Ю.В. Куруджи // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: «Економічні науки». – 2016. – № 19. – С. 156-161.
8. Чухрай Н.І. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики / Н.І. Чухрай, О.Б. Гірна. – Львів: Вид-во Інтелект-Захід, 2007. – 232 с.

9. Morozova I. *Dynamic Optimization Model for Planning of Integrated Logistical System Functioning* / M. Postan, I. Morozova, S. Dashkovski // In: H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter, K.-D. Thoben (eds.). *Dynamics in Logistics, Proc. of 3d International Conference, LDIC 2012. Bremen, Germany, 27 February-1 March 2012.* – Berlin: Springer. – 2013. – P. 291-300.
10. Постан М.Я. *Динамическая модель оптимального управления запасами товаров и их доставкой в деятельности логистической фирмы* / М.Я. Постан // *Логистика: проблемы и решения.* – 2009. – № 2. – С. 54-58.
11. Куруджи Ю.В. *Оптимизация планов закупки и доставки товара в логистической сети при случайном спросе* / Ю.В. Куруджи // *Глобальні та національні проблеми економіки.* – 2017. – № 18. – С. 603-607.
12. Feller, W. *An introduction to probability theory and its applications [Text]* / W. Feller. – Vol. II. – 2nd Ed. New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1971. – 738 p.

### REFERENCES

1. Brodetskiy, G. L. & Husev, D.A. (2008). *Upravleniie riskami v logistike [Risk management in logistics].* M.: *Academiya [in Russian].*
2. Korolev, V.Yu., Bening, V.Ye. & Shorgin, S.Ya. (2007). *Matematicheskie osnovy teorii riska [Mathematical foundations of the theory of risk].* M.: *FIZMATLIT [in Russian].*
3. Ostankova, L.A. & Shevchenko, N.Yu. (2011). *Analiz, modeliuvannia ta upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy [Analysis, modeling and management of economic risks].* Ky`yiv: *Centr uchbovoyi literatury` [in Ukraine].*
4. Bramel, J. & Simchi-Levi, D. (1997). *The logic of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics management,* Berlin: Springer [in English].
5. Postan, M. Ya. (2013). *Metod otsenki riskov pri optimizatsii planirovaniia vypuska produktsii predpriatiem v usloviiah sluchainogo sprosa [Method of risk assessment in optimizing the planning of product release by the enterprise in conditions of random demand].* *Nauchnyie trudy DonNTU. Serii ekonomicheskaiia – Scientific works of DonNTU. Series: economic,* 4(46), 321–325 [in Russian].
6. Kurudzhi, Yu. V. (2015). *Razrabotka modeli optimizatsii plana vypuska i dostavki produktsii s uchetom faktorov neopredelennosti [Development of a model for optimizing the production plan and delivering products, taking into account uncertainties].* *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies,* 4 (3), 12-15 [in Russian].

7. Kurudzhi, Yu. V. (2014). *Razrabotka metoda otsenki rynochnogo riska pri planirovanii raboty tsepi postavok s uchetom faktorov vnutrennei i vshesnei neopredelennosti [Development of a method for assessing market risk in the planning of the supply chain, taking into account the factors of internal and external uncertainty]. Technology Audit and Production Reserves, 5/2(19), 31–35. doi: 10.15587/2312-8372.2014.27317/ [in Russian].*
8. Chuhraj, N. I. & Girna O.B. (2007). *Formuvannia lantsiugiv postavok [Formation of the supply chain: questions of theory and practice], 232 [in Ukraine].*
9. Morozova, I. V., Postan, M. Ya. & Dashkovskiy, S. N. (2013). *Dynamic optimization model for planning of integrated logistical system functioning. Proceedings of 3d International Conference «Dynamics in Logistics», 291-300 [in English].*
10. Postan, M. Ya. (2009). *Dinamicheskaya model optimal'nogo upravleniya zapasami tovarov i ikh dostavkoi v deyatel'nosti logisticheskoi firmy [A dynamic model of optimal inventory management and delivery to the logistics company]. Logistika: problemy i reshenia – Logistics: problems and solutions, 2, 54–58 [in Russian]. .*
11. Kurudzhi, Yu. V. (2017). *Optimizatsiia planov zakupki i dostavki tovara v logisticheskoi seti pri sluchainom sprose [Optimization of plans for the purchase and delivery of goods in a logistics network with random demand]. Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky – Global and national problems of the economy, 18, 603-607/ [in Russian].*
12. Feller, W. (1971). *An introduction to probability theory and its applications. New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc. [in English].*

Стаття надійшла до редакції 08.06.2018

Посилання на статтю / Reference a JournalArticle: Метод оцінки економічної доцільності страхування ризиків при плануванні роботи дворівневої логістичної мережі / Ю.В. Куруджи // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – 2018. – № 1 (62). – С.100-110.