

Куруджи Ю. В.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ РЫНОЧНОГО РИСКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАБОТЫ ЦЕПИ ПОСТАВОК ПРИ СЛУЧАЙНОМ СПРОСЕ

В статье предложен методический подход к оценке рыночного риска при планировании работы цепи поставок типа А. Спрос в пунктах назначения предполагается случайным с заданными распределениями вероятностей. Суть разработанного метода состоит в оценке ожидаемой прибыли от реализации продукции с учетом страхования рисков и без страхования.

Ключевые слова: цепь поставок, пункты назначения, случайный спрос, рыночный риск, страхование риска.

1. Введение

В деятельности логистических цепей поставок, как известно [1], возникает большое разнообразие ситуаций риска, основной причиной возникновения которых является неопределенность, порождаемая различными внешними и внутренними факторами. Источниками возможных рисков могут быть колебания рыночного спроса, ошибки прогнозов, отсутствие взаимодействия между элементами цепи, отказы оборудования, трудности с получением сырья, материалов, человеческий фактор и т. д.

При решении задач управления рисками целесообразно использовать достижения современной теории риска, которая основана на классической теории вероятностей и является глубоко разработанной областью науки. Однако, поскольку логистический менеджмент основан на координации материальных, финансовых и информационных потоков, то необходима более широкая постановка проблем, связанных с управлением финансовыми рисками в деятельности цепей поставок, а также разработка соответствующих методов моделирования и исследования.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Для управления рисками в настоящее время разработаны различные концепции, приемы и методы [2–5]. Однако они не совсем применимы для непосредственного использования в случае цепей поставок. Это связано, прежде всего, с тем, что эти методы основаны только на моделировании и математическом анализе исключительно финансовых процессов риска без учета порождающих их процессов производства, перевозки, хранения и пр. Из последних работ, посвященных непосредственно моделированию цепей поставок, можно отметить монографии [5–6], статьи [7–11]. В работах [8–10] для моделирования логистических систем в рамках так называемой VAT-классификации [12] был предложен метод, основанный на использовании многоиндексных задач линейного программирования. В статье [11] приводится постановка и решение задачи

управления риском на примере классической задачи оптимального планирования производства промышленным предприятием при случайном колебании спроса на готовую продукцию.

3. Цель и задача исследования

Целью данной работы является распространение подхода, предложенного в [11], для решения задачи управления риском в цепях поставок типа А с учетом совместной оптимизации планирования производства и доставки готовой продукции в пункты потребления при случайном спросе с заданным законом распределения.

Основная задача исследования заключается в разработке метода, позволяющего количественно оценить экономическую целесообразность страхования риска избытка над спросом произведенной продукции и риска не удовлетворения спроса на нее.

4. Метод оценки рисков предприятия при оптимизации плана работы цепей поставок типа А в условиях случайного спроса

Рассмотрим простейший частный случай цепи поставок типа А. Пусть имеются S предприятий-поставщиков комплектующих для выпуска готовой продукции на единственном предприятии-изготовителе. s -е предприятие-поставщик производит L_s видов комплектующих из R_s видов производственных ресурсов. Будем предполагать, что все предприятия-поставщики выпускают различные комплектующие. На изготовление одной единицы комплектующих l -го вида необходимо затратить $a_{sl}^{(1)}$ сырья r -го вида, причем ресурс r -го вида на s -м предприятии-поставщике имеется в количестве b_{sr} , $s = 1, S$, $r = 1, R_s$, $l = 1, L_s$. Обозначим через x_{sl} количество комплектующих l -го вида, запланированных к выпуску s -м предприятием-поставщиком, тогда должно выполняться условие:

$$\sum_{l=1}^{L_s} a_{sl}^{(1)} x_{sl} \leq b_{sr}, \quad r = 1, R_s, \quad s = 1, S. \quad (1)$$

Все произведенные комплектующие поступают на единственное предприятие-изготовитель, которое выпускает продукцию K наименований. На производство единицы конечной продукции k -го вида необходимо затратить комплектующих l -го вида s -го предприятия-поставщика в количестве $a_{slk}^{(2)}$, $s = \overline{1, S}$, $l = \overline{1, L_s}$, $k = \overline{1, K}$. Пусть y_k — количество готовой продукции k -го вида, запланированное для выпуска. Ограничение, связанное с наличием необходимых для производства товара комплектующих будет иметь вид:

$$\sum_{k=1}^K a_{slk}^{(2)} y_k \leq x_{sl}, \quad l = \overline{1, L_s}, \quad s = \overline{1, S}. \quad (2)$$

Со склада предприятия-производителя продукция должна быть доставлена в M конечных пунктов назначения D_1, D_2, \dots, D_M через N пунктов перевалки P_1, P_2, \dots, P_N , при этом пропускная способность (или вместимость складов) перевалочного пункта P_n составляет w_n , $n = \overline{1, N}$. Обозначим через z_{kn} количество готовой продукции k -го вида, которое планируется для перевалки в пункте P_n и учтем, что вся произведенная продукция должна быть вывезена со склада предприятия-изготовителя, при этом пропускная способность пунктов перевалки не должна быть превышена. Тогда должны выполняться условия:

$$\sum_{n=1}^N z_{kn} = y_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad (3)$$

$$\sum_{n=1}^N z_{kn} \leq w_n, \quad n = \overline{1, N}. \quad (4)$$

Пусть z_{knm} — количество готовой продукции k -го вида, которое планируется для доставки из перевалочного пункта P_n в пункт назначения D_m . Вся поступившая в перевалочные пункты продукция должна быть вывезена:

$$\sum_{m=1}^M z_{knm} = z_{kn}, \quad k = \overline{1, K}, \quad n = \overline{1, N}. \quad (5)$$

Пусть $c_{sl}^{(0)}$ — затраты на производство единицы комплектующей l -го вида на s -м предприятии; $c_{sl}^{(1)}$ — затраты на приобретение и доставку единицы комплектующих l -го вида s -го предприятия-поставщика; $c_k^{(2)}$ — затраты на производство единицы готовой продукции k -го вида; $c_{kn}^{(3)}$ — стоимость перевозки единицы готовой продукции k -го вида, включая ее перевалку, в пункт P_n ; $c_{knm}^{(4)}$ — стоимость перевозки (включая погрузку на транспортное средство) единицы готовой продукции k -го вида из пункта P_n в пункт назначения D_m . Тогда выражение для суммарных расходов, связанных с производством комплектующих, производством готовой продукции, ее перевалкой и перевозкой от предприятия-изготовителя в пункты назначения можно представить следующим образом:

$$R = \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^{L_s} (c_{sl}^{(0)} + c_{sl}^{(1)}) x_{sl} + \sum_{k=1}^K c_k^{(2)} y_k + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N c_{kn}^{(3)} z_{kn} + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M c_{knm}^{(4)} z_{knm}. \quad (6)$$

Чаще всего спрос на готовую продукцию носит неопределенный характер и может изменяться в процессе выпуска. Это влечет за собой возможные потери, связанные с необходимостью хранения избыточного количества вследствие уменьшения спроса, а также с недопоставкой товара из-за превышения фактического спроса планируемого объема выпуска.

Предположим, что величина спроса на k -й вид продукции в пункте потребления с номером m является случайной величиной $d_{km}(\omega)$ с известной плотностью распределения $\phi_{km}(d)$, все случайные величины $d_{km}(\omega)$ непрерывны и независимы друг от друга. Обозначим через:

$$v_{km} = \sum_{n=1}^N z_{knm}, \quad m = \overline{1, M}, \quad k = \overline{1, K}, \quad (7)$$

суммарное количество готовой продукции k -го вида, которое планируется для доставки в пункт назначения D_m в соответствии с планом, составленным до реализации случайного спроса $d_{km}(\omega)$.

После реализации случайной величины $d_{km}(\omega)$ могут возникнуть следующие варианты. Если $v_{km} < d_{km}(\omega)$, то спрос на продукцию не будет удовлетворен, и выражение:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M p_{km} \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km}),$$

будет означать суммарную величину потерь предприятия из-за недополучения прибыли. Здесь p_{km} — продажная цена единицы продукции k -го вида пункту потребления D_m .

В противоположном случае, $v_{km} > d_{km}(\omega)$, т. е. возникает необходимость в хранении избытка продукции, и тогда выражение:

$$\sum_{k=1}^K s_k \sum_{m=1}^M \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)),$$

где s_k — стоимость хранения единицы продукции, имеет смысл общих потерь, связанных с дополнительным хранением на складе предприятия-производителя нерезализованной продукции K видов.

Возникающие риски предприятие-производитель может страховать или не страховать. Если предположить, что по договору страхования убытки предприятия, связанные с колебаниями спроса, страховщик обязуется возместить полностью, то выражения:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M p_{km} \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km})$$

$$\text{и } \sum_{k=1}^K s_k \sum_{m=1}^M \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)),$$

будут представлять собой размеры страхового возмещения.

Пусть предприятие-производитель за единицу недостающей (дефицитной) продукции k -го вида в пункте D_m

выплачивает страховой компании страховые выплаты в размере c_{km}^+ , а за единицу нереализованной (избыточной) продукции – в размере c_k^- (предполагаем, что $p_{km} > c_{km}^+$ и $s_k > c_k^-$). Тогда суммарные выплаты предприятия страховой компании составят:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[c_{km}^+ \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km}) + c_k^- \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)) \right].$$

В том случае, когда предприятие не страхует риски, это выражение – размер экономии на страховании.

Если предприятие-производитель принимает решение не страховать риски, то его возможная суммарная прибыль при планах выпуска и перевозки $\{x_{sl}\}$, $\{y_k\}$, $\{z_{kn}\}$ и $\{z_{km}\}$, удовлетворяющих условиям (1)–(5), составит:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{нстр}} = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[p_{km} \min(v_{km}, d_{km}(\omega)) - \right. \\ & \left. - (p_{km} - c_{km}^+) \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km}) - \right. \\ & \left. - (s_k - c_k^-) \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)) \right] - R. \end{aligned} \quad (8)$$

В случае страхования рисков выражение для возможной прибыли предприятия будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{стр}} = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[p_{km} \min(v_{km}, d_{km}(\omega)) + \right. \\ & \left. + (p_{km} - c_{km}^+) \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km}) + \right. \\ & \left. + (s_k - c_k^-) \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)) \right] - R. \end{aligned} \quad (9)$$

Выражения (8) и (9) являются случайными величинами, они могут принимать и положительные, и отрицательные значения. Для решения вопроса о страховании можно определить математическое ожидание прибыли предприятия для двух вариантов его действия ($\Pi_{\text{нстр}}$ и $\Pi_{\text{стр}}$):

$$\begin{aligned} \text{МП}_{\text{нстр}} = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[p_{km} \int_0^{\infty} \min(v_{km}, u) \phi_{km}(u) du - \right. \\ & \left. - (p_{km} - c_{km}^+) \int_{v_{km}}^{\infty} (u - v_{km}) \phi_{km}(u) du - \right. \\ & \left. - (s_k - c_k^-) \int_0^{v_{km}} (v_{km} - u) \phi_{km}(u) du \right]. \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{МП}_{\text{стр}} = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[p_{km} \int_0^{\infty} \min(v_{km}, u) \phi_{km}(u) du + \right. \\ & \left. + (p_{km} - c_{km}^+) \int_{v_{km}}^{\infty} (u - v_{km}) \phi_{km}(u) du + \right. \\ & \left. + (s_k - c_k^-) \int_0^{v_{km}} (v_{km} - u) \phi_{km}(u) du \right]. \end{aligned} \quad (11)$$

Отметим, что $\text{МП}_{\text{нстр}}$ и $\text{МП}_{\text{стр}}$ (при определенных условиях) являются выпуклыми по v_{km} функциями. Продифференцируем дважды по v_{km} $\text{МП}_{\text{нстр}}$ и $\text{МП}_{\text{стр}}$:

$$\frac{\partial^2 \text{МП}_{\text{нстр}}}{\partial^2 v_{km}} = - (2p_{km} - c_{km}^+ + s_k - c_k^-) \phi_{km}(v_{km}),$$

$$\frac{\partial^2 (\text{МП}_{\text{стр}})}{\partial^2 v_{km}} = (s_k - c_k^- - c_{km}^+) \phi_{km}(v_{km}).$$

Очевидно, что $\text{МП}_{\text{нстр}}$ является выпуклой по v_{km} при $p_{km} > c_{km}^+$ и $s_k > c_k^-$ (ранее было оговорено, что эти условия должны выполняться для всех значений k и m), а $\text{МП}_{\text{стр}}$ – в случае, когда разность между стоимостью хранения и страховыми выплатами за единицу избыточной продукции меньше страховых выплат по дефицитной продукции ($s_k - c_k^- < c_{km}^+$).

Теперь, решив две задачи максимизации с целевыми функциями (10) и (11), учитывая ограничения (1)–(5), (7) и условие неотрицательности параметров управления, решение о страховании рисков можно принимать в случае выполнения неравенства:

$$\text{МП}_{\text{стр}} > \text{МП}_{\text{нстр}}. \quad (12)$$

Такое решающее правило является простейшим. Для окончательного принятия решения о страховании для случайных величин $\Pi_{\text{нстр}}$ и $\Pi_{\text{стр}}$ необходимо определить дисперсию и коэффициент вариации, которые характеризуют меру изменчивости ожидаемого значения прибыли.

Можно показать, что для некоторого фиксированного плана выпуска продукции $\vec{v} = \{v_{km}\}$, удовлетворяющего условиям (1)–(5), (7), дисперсии $\text{ДП}_{\text{стр}}(\vec{v})$ и $\text{ДП}_{\text{нстр}}(\vec{v})$ совпадают. Принимая во внимание, что все случайные величины $d_{km}(\omega)$ независимы друг от друга, а также учитывая свойства дисперсии, получим:

$$\begin{aligned} \text{ДП}_{\text{нстр}}(\vec{v}) = \text{ДП}_{\text{стр}}(\vec{v}) = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[p_{km}^2 \text{D} \min(v_{km}, d_{km}(\omega)) + \right. \\ & \left. + (p_{km} - c_{km}^+)^2 \text{D} \max(0, d_{km}(\omega) - v_{km}) + \right. \\ & \left. + (s_k - c_k^-)^2 \text{D} \max(0, v_{km} - d_{km}(\omega)) \right] = \\ = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \left[\left(p_{km}^2 + (s_k - c_k^-)^2 \right) \int_0^{\infty} (\min(v_{km}, u))^2 \phi_{km}(u) du - \right. \\ & \left. - \left(\int_0^{\infty} \min(v_{km}, u) \phi_{km}(u) du \right)^2 \right] + \\ & + (p_{km} - c_{km}^+)^2 \left[\int_0^{\infty} (\max(v_{km}, u))^2 \phi_{km}(u) du - \right. \\ & \left. - \left(\int_0^{\infty} \max(v_{km}, u) \phi_{km}(u) du \right)^2 \right]. \end{aligned}$$

На основе сравнения коэффициентов вариации можно сформулировать следующее решающее правило, позволяющее установить целесообразность страхования

рисков предприятия, связанных с возможным отклонением запланированного объема выпуска продукции от фактического спроса на эту продукцию:

$$\frac{\sqrt{ДП_{стр}(\bar{v}_{стр})}}{\max МП_{стр}} < \frac{\sqrt{ДП_{нстр}(\bar{v}_{нстр})}}{\max МП_{нстр}}, \tag{13}$$

где $\bar{v}_{нстр}$ и $\bar{v}_{стр}$ — планы выпуска продукции, обеспечивающие максимальные значения $МП_{нстр}$ и $МП_{стр}$ соответственно. Отметим, что если выполняется условие (13), то решение о страховании нередко принимается даже при невыполнении условия (12).

5. Применение разработанного метода для установления целесообразности страхования рисков

Проведем вычисления и проиллюстрируем применение разработанного метода для установления целесообразности страхования рисков в случае, когда предприятие-изготовитель выпускает два вида товаров ($K = 2$) с использованием трех видов комплектующих ($S = 2, L_1 = 2, L_2 = 1$). Продукция предприятия доставляется в три пункта назначения ($M = 2$) через два пункта перевалки ($N = 2$). Необходимые для расчетов значения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Условные обозначения	Значения параметров	Условные обозначения	Значения параметров	Условные обозначения	Значения параметров	Условные обозначения	Значения параметров
$a_{111}^{(1)}$	0,5	b_{22}	500	$c_{111}^{(4)}$	1,5	p_{21}	21,0
$a_{121}^{(1)}$	0,3	w_1	250	$c_{112}^{(4)}$	2,0	p_{22}	17,0
$a_{112}^{(1)}$	1	w_2	500	$c_{113}^{(4)}$	2,4	p_{23}	18,0
$a_{122}^{(1)}$	0,2	$c_{11}^{(0)}$	0,25	$c_{121}^{(4)}$	3,0	c_{11}^+	8,1
$a_{211}^{(1)}$	0,7	$c_{12}^{(0)}$	0,4	$c_{122}^{(4)}$	2,0	c_{12}^+	10,5
$a_{221}^{(1)}$	0,9	$c_{21}^{(0)}$	0,35	$c_{123}^{(4)}$	4,1	c_{13}^+	9,0
$a_{111}^{(2)}$	0,4	$c_{11}^{(1)}$	0,25	$c_{211}^{(4)}$	1,5	c_{21}^+	10,1
$a_{112}^{(2)}$	0,8	$c_{12}^{(1)}$	0,4	$c_{212}^{(4)}$	2,0	c_{22}^+	8,0
$a_{121}^{(2)}$	1,1	$c_{21}^{(1)}$	0,35	$c_{213}^{(4)}$	3,0	c_{23}^+	8,5
$a_{122}^{(2)}$	0,4	$c_1^{(2)}$	1,0	$c_{221}^{(4)}$	2,3	s_1	2,0
$a_{211}^{(2)}$	0,8	$c_2^{(2)}$	1,5	$c_{222}^{(4)}$	2,0	s_2	2,0
$a_{212}^{(2)}$	1,1	$c_{11}^{(3)}$	1,0	$c_{223}^{(4)}$	1,0	c_1^-	1,0
b_{11}	400	$c_{12}^{(3)}$	2,0	p_{11}	16,0	c_2^-	1,0
b_{12}	500	$c_{21}^{(3)}$	2,0	p_{12}	22,0	—	—
b_{21}	400	$c_{22}^{(3)}$	1,0	p_{13}	20,0	—	—

Рассмотрим случай, когда величины спроса $d_{km}(\omega)$ имеют распределение Эрланга n -го порядка, т. е. плотности:

$$\phi_{km}(d) = \frac{d^{n-1}}{(n-1)! \theta_{km}^n} e^{-d/\theta_{km}}, \quad m = \overline{1, M}, \quad k = \overline{1, K}.$$

Проведем вычисления для трех вариантов, соответствующих различным значениям параметра n в распределении Эрланга. Параметры θ подберем таким образом, чтобы среднее ожидаемое значение объемов

спроса для различных вариантов расчетов было одинаковым (для $n=1$: $\theta_{11}=120, \theta_{12}=66, \theta_{13}=72, \theta_{21}=78, \theta_{22}=84, \theta_{23}=90$; для $n=2$: $\theta_{11}=60, \theta_{12}=33, \theta_{13}=36, \theta_{21}=39, \theta_{22}=42, \theta_{23}=45$; для $n=3$: $\theta_{11}=40, \theta_{12}=22, \theta_{13}=24, \theta_{21}=26, \theta_{22}=28, \theta_{23}=30$).

Табл. 2 содержит значения математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициентов вариации для двух вариантов: страхования рисков и отказа от страхования при $n=1, 2, 3$.

Таблица 2

Значения основных показателей прибыли

Наименование показателей	Значение параметра n		
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
Математическое ожидание прибыли в случае отказа от страхования рисков, $МП_{нстр}$	1359,79	2866,84	3579,43
Математическое ожидание прибыли в случае страхования рисков, $МП_{стр}$	5383,78	5663,30	5814,08
Среднеквадратическое отклонение в случае отказа от страхования рисков, $\sqrt{ДП_{нстр}(\bar{v}_{нстр})}$	2197,71	1671,07	1423,50
Среднеквадратическое отклонение в случае страхования рисков, $\sqrt{ДП_{стр}(\bar{v}_{стр})}$	1977,79	1432,83	1194,34
Коэффициент вариации в случае отказа от страхования рисков, $\frac{\sqrt{ДП_{нстр}(\bar{v}_{нстр})}}{\max МП_{нстр}}$	161,6 %	58,3 %	39,8 %
Коэффициент вариации в случае страхования рисков, $\frac{\sqrt{ДП_{стр}(\bar{v}_{стр})}}{\max МП_{стр}}$	36,7 %	25,3 %	20,5 %

Соответствующие значения объемов производства и перевозок приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета

Условные обозначения	Вариант отказа от страхования			Вариант страхования рисков		
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
x_{11}	350,73	350,32	350,30	160,15	212,59	234,25
x_{12}	439,24	441,10	441,17	210,83	276,05	302,53
x_{21}	555,56	555,56	555,56	256,53	339,47	373,60
y_1	293,19	295,49	295,58	145,29	188,62	206,00
y_2	291,82	290,15	290,09	127,54	171,43	189,82
z_{11}	250,00	250,00	250,00	145,29	188,62	206,00
z_{12}	43,19	45,49	45,58	0,00	0,00	0,00
z_{21}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z_{22}	291,82	290,15	290,09	127,54	171,43	189,82
z_{111}	122,84	127,59	129,48	64,73	85,52	93,96
z_{112}	42,30	37,61	36,12	47,29	56,61	59,88
z_{113}	84,86	84,80	84,40	33,27	46,48	52,16
z_{121}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z_{122}	43,19	45,49	45,58	0,00	0,00	0,00
z_{123}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z_{211}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z_{212}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z_{213}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Окончание табл. 3

Условные обозначения	Вариант отказа от страхования			Вариант страхования рисков		
	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
Z_{221}	94,68	93,10	92,47	42,31	55,79	61,21
Z_{222}	87,98	90,11	91,31	28,43	44,62	52,22
Z_{223}	109,17	106,94	106,31	56,80	71,02	76,39

6. Обсуждение численных расчетов и принятие решения о страховании

Полученные результаты показывают, что для всех значений параметра распределения n решение будет принято в пользу страхования, так как этому варианту действий предприятия соответствуют большее ожидаемое значение прибыли и меньшее значение коэффициента вариации; также, выбирая вариант страхования, предприятие имеет возможность произвести и реализовать меньший объем продукции с большей прибылью. Например, для $n = 3$ объем производства в случае отказа от страхования составит 585,66 ед. продукции, прибыль от ее реализации — 3579,43 ден. ед., а для варианта страхования ожидаемое значение прибыли — 5814,08 ден. ед. при соответствующем объеме выпуска продукции 395,82 ед. Кроме того, с увеличением параметра n суммарная прибыль, связанная с производством, перевозкой и реализацией продукции, увеличивается, что говорит о необходимости составления точного прогноза ожидаемого спроса по всей цепочке поставок.

7. Выводы

В статье приведена постановка и решение задачи управления риском на примере оптимизации плана работы цепи поставок типа А (несколько поставщиков, производящих комплектующие и одно предприятие, потребляющее их продукцию) в условиях, когда спрос на товар считается случайной величиной с заданным законом распределения.

В результате проведенных исследований:

1. Сформулированы решающие правила, позволяющие установить целесообразность страхования рисков, связанных с отклонением запланированных к выпуску объемов продукции от фактического спроса. Суть разработанного метода состоит в оценке ожидаемой прибыли от реализации продукции с учетом страхования указанных рисков и без страхования.

2. Применение разработанного метода проиллюстрировано для случая, когда величины спроса $d_{km}(\omega)$ имеют распределение Эрланга n -го порядка. После решения двух задач стохастической оптимизации для каждого значения ожидаемой прибыли производится сравнение двух значений максимальной прибыли и принимается решение о страховании или нестраховании рыночного риска.

В дальнейшем результаты данной работы могут быть обобщены на случай динамических моделей оптимизации в цепях поставок различной классификации с помощью методов теории управления запасами [7, 13], в которых процессы производства и доставки продукции рассматриваются на заданном горизонте планирования.

Литература

1. Christopher, M. Logistics and supply chain management (creating, value-adding networks) [Text] / M. Christopher. — Harlow, Prentice Hall, 2011. — Ed. 4. — 305 p.
2. Бродецкий, Г. Л. Управление рисками в логистике [Текст] / Г. Л. Бродецкий, Д. А. Гусев. — М.: Академия, 2008. — 192 с.
3. Королев, В. Ю. Математические основы теории риска [Текст]: учебн. пос. / В. Ю. Королев, В. Е. Бенинг, С. Я. Шоргин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 544 с.
4. Останкова, Л. А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками [Текст]: навч. пос. / Л. А. Останкова, Н. Ю. Шевченко. — Київ: Центр учбової літератури, 2011. — 256 с.
5. Bramel, J. The logic of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics management [Text] / J. Bramel, D. Simchi-Levi. — Berlin: Springer, 1997. — 355 p.
6. Brandimarte, P. Introduction to distribution logistics [Text] / P. Brandimarte, G. Zoterri. — NY: Wiley, 2007. — 581 p.
7. Morozova, I. V. Dynamic Optimization Model for Planning of Integrated Logistical System Functioning [Text] / I. V. Morozova, M. Y. Postan, S. Dashkovskiy // Dynamics in Logistics. — 2013. — P. 291–300. doi:10.1007/978-3-642-35966-8_24.
8. Куруджи, Ю. В. Об одной статической модели оптимизации плана выпуска и доставки продукции в цепи поставок [Текст] / Ю. В. Куруджи // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. — Одеса: ОНМУ, 2013. — Вип. 2(43). — С. 150–163.
9. Постан, М. Я. Модель оптимального планирования производства и доставки продукции предприятия по распределительным каналам [Текст] / М. Я. Постан, Д. А. Малиновский // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2009. — Вип. 15. — С. 19–28.
10. Куруджи, Ю. В. Применение линейного программирования для оптимизации плана выпуска и доставки продукции в цепи поставок [Текст] / Ю. В. Куруджи, М. Я. Постан // Технологический аудит и резервы производства. — 2014. — № 2/2(16). — С. 42–47. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.urau.ua/tarp/article/view/23050>.
11. Постан, М. Я. Метод оценки рисков при оптимизации планирования выпуска продукции предприятием в условиях случайного спроса [Текст] / М. Я. Постан // Научные труды ДонНТУ. Серия: экономическая. — 2013. — № 4(46). — С. 321–325.
12. Чухрай, Н. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики [Текст] / Н. Чухрай, О. Гірна. — Львів: Інтеллект-Захід, 2007. — 232 с.
13. Постан, М. Я. Динамическая модель оптимального управления запасами товаров и их доставкой в деятельности логистической фирмы [Текст] / М. Я. Постан // Логистика: проблемы и решения. — 2009. — № 2. — С. 54–58.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОЦІНКИ РИНКОВОГО РИЗИКУ ПРИ ПЛАНУВАННІ РОБОТИ ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК ПРИ ВИПАДКОВОМУ ПОПИТІ

У статті запропоновано методичний підхід до оцінки ринкового ризику при плануванні роботи ланцюга поставок типу А. Попит в пунктах призначення передбачається випадковим із заданими розподілами ймовірностей. Суть розробленого методу полягає в оцінці очікуваного прибутку від реалізації продукції з урахуванням страхування ризиків і без страхування.

Ключові слова: ланцюг поставок, пункти призначення, випадковий попит, ринковий ризик, страхування ризику.

Куруджи Юлія Владимировна, аспірант, кафедра менеджмента та маркетинга на морському транспорті, Одеський національний морський університет, Україна, e-mail: yulia.kurudzhi@mail.ru.

Куруджи Юлія Володимирівна, аспірант, кафедра менеджменту і маркетингу на морському транспорті, Одеський національний морський університет, Україна.

Kurudzhi Yulia, Odessa National Maritime University, Ukraine, e-mail: yulia.kurudzhi@mail.ru