УДК 65.050

Осовська Г.В.
кандидат економічних наук, доцент
Щехорський А.Й.
кандидат економічних наук, доцент

ДЕЯКІ ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ НЕЗАПИТАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Пропонується модель ризику затоварення новою продукцією підприємства, одержані мажорантні оцінки допустимого рівня такого ризику.

Ризик, що виникає внаслідок відмови споживача від продукції підприємства (ризик незапитаної продукції), в ринкових умовах є одним із головних серед господарських ризиків і складає величину можливих збитків підприємства. Очікувані збитки доцільно передбачити як при наявності виробничих затрат, так і в процесі управління інвестиційними програмами, при складанні бізнес-планів тощо.

У даній роботі зроблена спроба створення кількісної моделі даного виду ризику.

Ризик виробництва незапланованої продукції може перерости в ризик затоварення продукцією. Відмова споживача від виробленої підприємством продукції спричинює затоварення при наявності від'ємного сальдо залишків готової продукції за звітний період на складі.

Авторам статті відомий підхід до визначення ціни ризику затоварення– він наведений в [1]. Цитуємо дослівно: "Ціну ризику (***ЦР***) у найзагальнішому вираженні можна визначити як різницю між очікуваним (запланованим без урахування ризику) прибутком від певного підприємницького проекту ($\textit{П}_o$) та прибутком із ймовірним ризиком ($\textit{П}_p$), тобто за формулою:

$$ЦР = П_o - П_p, \quad (1)$$

Наприклад, якщо існує ймовірна небезпека затоварення новою продукцією, то ціну ризику в цьому випадку можна визначити за формулою:

$$ЦР = (Ц - С)(1-p) - С^{*}rp, \quad (2)$$

де ***Ц*** – ціна товару, ***С*** – визначена собівартість товару, ***p*** – обсяг затоварення, ***С**** - собівартість товару з імовірним ризиком, ***r*** – ринкова ставка позичкового відсотка."

Зробимо деякі зауваження щодо формул (1) і (2). Виходячи з формули (1), величина ***ЦР*** вимірюється в абсолютних величинах, а права частина формули (2) – у відносних величинах. Для усунення виявленого протиріччя потрібно замість формули (2) розглядати формулу:

$$ЦР=(Ц-С)(1-p)Q - С^{*}rpQ, \quad (3)$$

де ***Q*** – обсяг нової продукції, ***p*** – це не обсяг, а відсоток затоварення.

Оскільки $\textit{П}_o$ – детермінована (контрольована) величина, то ***p*** – прогнозований відсоток затоварення. Величина $\textit{П}_p$ – відсоткова величина, оскільки $С^{*}$ - випадкова величина. Відхилення $\textit{П}_o - \textit{П}_p$ виражає собою ризик розорення для інвестора у зв'язку зі зміною собівартості

C^* продукції.

У зв'язку з непередбаченою зміною кон'юнктури ринку величина p може бути і непрогнозованою величиною, мати стохастичну природу, тобто виражати імовірність незапитаності (затоварення) продукції. У цьому випадку доцільно розглядати не ризик розорення, а ризик затоварення.

Для визначення ризику затоварення в абсолютному виразі можна використати формулу (3), замінивши в ній собівартість з імовірним ризиком C^* на визначену собівартість C (оскільки значення випадкової величини C^* не залежить від імовірності p):

$$ЦР=(Ц-С)(1-p)Q-CrpQ, \quad (4)$$

У формулі (4) pQ – імовірнісний обсяг незапитаної (затовареної) продукції, pQc – очікувані (імовірнісні) виробничі затрати на незапитану (затоварену) продукцію, $CpQr$ – очікуване (імовірнісне) альтернативне використання виробничих затрат на незапитану (затоварену) продукцію. Якщо $Ц$ – ціна реалізації продукції, то $(Ц-С)Q(1-p)$ – очікуваний прибуток від реалізації продукції. Зрештою, якщо розглядати двозначну випадкову величину X, що має закон розподілу

X	$(Ц-С)\cdot Q$	$-CQr$
P	$1-p$	P

то величина $ЦР$ у формулі (4) є математичним сподіванням випадкової величини X:

$$MX=(Ц-С)Q(1-p)-CrpQ, \quad (5)$$

і визначає, у випадку $MX > 0$, очікуваний прибуток від реалізації продукції у зв'язку із її затоваренням і очікувані збитки, у випадку $MX < 0$. Якщо $MX > 0$, то говорять про ціну ризику, якщо $MX \leq 0$, то про величину ризику втрат у зв'язку із затоваренням продукції.

У випадку, коли виробничі затрати вже здійснені, матимемо частинний випадок формули (5) при $r = 1$:

$$MX=(Ц-С)Q(1-p)-CQp \quad (6)$$

Наявність очікуваного прибутку визначається умовою $MX > 0$, тобто $(Ц - С)(1 - p) - cp > 0$, звідки $p < (Ц - С)/(Ц - С + rC)$, або

$$p < \frac{R}{R+r}, \quad (7)$$

Для зручності в подальшому позначимо через $S = R / r$, тоді умова (7) запишеться у вигляді:

$$p < \frac{S}{S+1}, \quad (8)$$

Як правило, ймовірність затоварення p невідома. В якості значення параметра p можна взяти прогнозоване значення, виходячи із статистичних даних динаміки затоварення за попередні періоди. Маючи таку статистику, можна було б побудувати трендову прогнозну модель імовірності затоварення і за цією моделлю знайти довірчий інтервал для параметра p. Але в цьому випадку не виключена ситуація, яка може виникнути з суто математичних міркувань, що ускладнюватиме побудову моделі - це по-перше. По-друге, недоліком такої моделі, як відомо, є екстраполяція економічної ситуації і погана адаптація моделі до раптової зміни цієї ситуації.

Не маючи статистичних даних для параметра p, все-таки можна зазначити допустимий діапазон його зміни. Саме цьому і будуть присвячені подальші міркування.

Як відомо, такий статистичний інструмент, як математичне сподівання (очікуваний прибуток від реалізації), обчислене за формулами (5) – (6), не є ефективним інструментом виміру ризику через можливі великі коливання (прибутків, збитків) випадкової величини відносно її середнього значення. Звернемося до більш ефективного статистичного інструмента – коефіцієнта варіацій. Для знаходження коефіцієнта варіацій випадкової величини X, математичне сподівання якої знаходиться за формулою (5), знайдемо спочатку її дисперсію DX і середнє квадратичне відхилення δX.

$DX = MX^2 - M^2X$;

$MX^2 = (\text{Ц}-C)^2Q^2(1-p)+C^2r^2Q^2p$;

$DX = Q^2[(\text{Ц}-C)^2(1-p+C^2r^2p)] - Q^2[(\text{Ц}-C)(1-p)-Crp]^2 = Q^2[(\text{Ц}-C)^2(1-p)+C^2r^2p-(\text{Ц}-C)^2(1-p)^2+2(\text{Ц}-C)C^2 \times (1-p)p-C^2r^2p^2] = Q^2\{[\text{Ц}-C]^2[(1-p)-(1-p)^2]+2(\text{Ц}-C)rC(1-p)p+C^2r^2(p-p^2)\} = Q^2p(1-p)[(\text{Ц}-C)^2+2(\text{Ц}-C)rC+C^2r^2] = Q^2p(1-p)(\text{Ц}-C+Cr)^2$;

$\delta X = \sqrt{DX}$;

$\delta X = Q(\text{Ц}-C+Cr)\sqrt{p(1-p)}$.

Знаходимо коефіцієнт варіацій:

$$VX = \frac{\delta X}{MX} = \frac{(\text{Ц}-C+Cr)\sqrt{p(1-p)}}{(\text{Ц}-C+Cr)(1-p)} = \frac{\left(\frac{\text{Ц}-C}{Cr}+1\right)\sqrt{p(1-p)}}{\left(\frac{\text{Ц}-C}{Cr}+1\right)(1-p)-1} = \frac{\left(\frac{R}{r}+1\right)\sqrt{p(1-p)}}{\left(\frac{R}{r}+1\right)(1-p)-1} = \frac{(S+1)\sqrt{p(1-p)}}{(S+1)(1-p)-1};$$

Економічний зміст коефіцієнта варіації в тому, що він показує, які можуть бути в середньому втрати (виграш) з кожної гривні очікуваного результату. Нас буде цікавити допустимий діапазон імовірності незапитаної (затовареної) продукції із розрахунку, що величина втрат з однієї гривні очікуваного прибутку від реалізації в середньому не перевищує заданої величини a. Іншими словами, потрібно розв'язати нерівність $VX < a < 1$ відносно p або

$$\frac{(S+1)\sqrt{p(1-p)}}{(S+1)(1-p)-1} < a < 1, \qquad (9)$$

за заданими значеннями ***Ц, C, r, a***, або ***r, R, a***.

Звичайно, за заданими конкретними значеннями ***r, R, a*** або ***S, a*** не важко розв'язати нерівність (9) відносно параметра p, звівши її до розв'язку звичайної квадратичної нерівності. Але при цьому не буде виявлена в загальному випадку залежність параметра p від ***r, R, a***. У зв'язку з цим наведено повний розв'язок нерівності (9) відносно параметра p у загальному вигляді.

Нерівність (9) зводиться ("<=>" – знак рівносильності нерівностей) до наступної квадратичної нерівності шляхом таких перетворень, враховуючи (8):

$$\begin{aligned}
&(S+1)\sqrt{p(1-p)}/[(S+1)(1-p)-1] < a \Leftrightarrow \\
&\Leftrightarrow (S+1)\sqrt{p(1-p)} < a[S-(S+1)p] \Leftrightarrow \\
&\Leftrightarrow (S+1)^2(p-p^2) < a^2[S-(S+1)p]^2 \Leftrightarrow \\
&\Leftrightarrow (S+1)^2(p-p^2) < a^2S^2-2S(S+1)a^2p+ \\
&+(S+1)^2a^2p^2 \Leftrightarrow (S+1)^2p-(S+1)^2p- \\
&-(S+1)^2p^2 < a^2(S+1)^2p^2-2S(S+1)a^2p+ \\
&+a^2s^2 \Leftrightarrow (1+a^2)(S+1)^2p^2- \\
&-[2S(S+1)a^2+(s+1)^2]p+a^2S^2 > 0 \qquad ,(10)
\end{aligned}$$

Знайдемо розв'язки квадратичної нерівності (10), для цього обчислимо дискримінант:

$$D=\left[2S(S+1)a^2+(S+1)^2\right]^2-4a^2S^2(S+1)^2\left(1+a^2\right)=$$
$$=(S+1)\left[4Sa^2+(1+s)^2\right]=(S+1)\left[4Sa^2+(1+S)^2\right]>0.$$

$$\sqrt{D}=(S+1)\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}\ .$$

Корені p_1 і p_2 ($p_1 \geq p_2$) відповідного квадратного рівняння можна знайти за формулами:

$$p_1=\frac{S\left(1+2a^2\right)+1+\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}}{2\left(1+a^2\right)(S+1)};$$

$$p_2=\frac{S\left(1+2a^2\right)+1-\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}}{2\left(1+a^2\right)(S+1)};$$

Наступним кроком буде перевірка умов $p_1>0$, $p_2>0$, $p_1<1$, $p_2<1$, $p_1<S/(S+1)$, $p_2<S/(S+1)$. Перевірка цих умов буде здійснена шляхом приведення зазначених нерівностей до очевидних.

Оскільки $p_1>p_2$, то досить перевірити умову :

$$p_2>0 \Leftrightarrow 2Sa^2+S+1>\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2} \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow 4S^2a^4+4Sa^2(S+1)+(S+1)^2>4Sa^2+(S+1)^2 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow 4S^2a^4+4S^2a^2+4Sa^2>4Sa^2 \Leftrightarrow a^2+1>0.$$

Оскільки $p_1>p_2$, то досить перевірити нерівність:

$$p_1<1 \Leftrightarrow 2Sa^2+S+1+\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}<$$
$$<(S+1)\left(1+2a^2\right)-2Sa^2 \Leftrightarrow \sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}<$$
$$<(S+1)+2a^2 \Leftrightarrow 4Sa^2+(S+1)^2<(S+1)^2+$$
$$+4a^2(S+1)+4a^4 \Leftrightarrow a^2+1>0.$$

Аналогічно досить перевірити умову:

$$p_1<S/(S+1) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \frac{\left(2Sa^2+S+1+\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}\right)}{2\left(1+a^2\right)(S+1)}<$$
$$<S/(S+1) \Leftrightarrow 2Sa^2+S+1+$$
$$+\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}<2S\left(1+a^2\right) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}<S-1$$

Якщо $S<1$, то остання нерівність не виконується, при $S>1$ вона рівнозначна $4Sa^2+(S+1)^2<(S-1)^2$, яка теж не має місця.

Оскільки умова $p_1<1$ не виконується, то потрібно окремо перевірити умову:

$$p_2<S/(S+1) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \frac{\left(2Sa^2+S+1-\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}\right)}{2\left(1+a^2\right)(S+1)}<$$
$$<S/(S+1) \Leftrightarrow 2Sa^2+S+1-\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}<$$
$$<2S+2Sa^2 \Leftrightarrow 1-S<\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}.$$

Для $S>1$ нерівність очевидна, для $S<1$ маємо теж очевидну нерівність $(1-S)^2<4Sa^2+(S+1)^2$.

Необхідним умовам відповідає лише корінь $p=p_2$, тому розв'язками квадратичної нерівності (10) є інтервал

$$0<p<\frac{S\left(1+2a^2\right)+1-\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}}{2\left(1+a^2\right)(S+1)}, \quad (11)$$

Зміст отриманого результату полягає в тому, що коли з кожної гривні очікуваного прибутку від реалізації вимагати втрат менших значення a ($0<a<1$), то величина ймовірності незапитаної (затовареної) продукції повинна бути меншою величини

$$p(S,a)=\frac{S\left(1+2a^2\right)+1-\sqrt{4Sa^2+(S+1)^2}}{2\left(1+a^2\right)(S+1)}, \quad (12)$$

або

$$p(R,r,a)=\frac{1+2a^2+\frac{r}{R}-\sqrt{4\frac{r}{R}a^2+\left(1+\frac{r}{R}\right)^2}}{2\left(1+a^2\right)\left(1+\frac{r}{R}\right)}, \quad (13)$$

Якщо перейти до параметрів ***Ц*** і ***С***, то вираз (13), матиме наступний вигляд:

$$p(Ц,C,r,a) = \left((Ц-C)\left(1+2a^2\right)+C^2 - \sqrt{(Ц-C)^2+2CЦ(Ц-C)\left(1+2a^2\right)+C^2r^2}\right) \div \left(2\left(1+a^2\right)(Ц-C+Cr)\right) \quad (14)$$

Шляхом звільнення радикала (множенням і діленням дробу на вираз, спряжений до чисельника) в чисельнику дробу (13) можна отримати таку формулу:

$$p(R,r,a) = (2a^2)/((1+\frac{r}{R})(1+2a^2+\frac{r}{R}+\sqrt{4\frac{r}{R}a^2+\left(1+\frac{r}{R}\right)^2})), \quad (15)$$

Графік функції ***p(R, r, a)*** зображено на ***Рис.1***.

Величина ***p(R, r, a)*** визначає критичне значення міри ризику затоварення продукції.

Розглянемо характерні часткові випадки допустимого інтервалу $(0,p_2)$.

Для ***а=1*** маємо: якщо з кожної гривні очікуваного прибутку від реалізації певного виду продукції втрати очікуються меншими однієї гривні, то імовірність незапитаної продукції (затоварення) має бути меншою величини

$$p(R,r) = \frac{2}{\left(1+\frac{r}{R}\right)\left(3+\frac{r}{R}+\sqrt{4\frac{r}{R}+\left(1+\frac{r}{R}\right)^2}\right)} \quad (16)$$

У випадку, коли затрати на виробництво продукції вже здійснені (немає альтернативного використання коштів), тобто ***r = 1***, то

$$p(R,a) = (2a^2)/((1+\frac{1}{R})(1+2a^2+\frac{1}{R}+\sqrt{4\frac{a^2}{R}+\left(1+\frac{1}{R}\right)^2})), \quad (17)$$

Звідки при ***а = 1*** матимемо:

$$p(R) = \frac{2}{\left(1+\frac{1}{R}\right)\left(3+\frac{1}{R}+\sqrt{\frac{4}{R}+\left(1+\frac{1}{R}\right)^2}\right)}, \quad (18)$$

Функція ***p(R, r, a)*** має наступні характеристики: при досить великій рентабельності ***R*** (***r*** і ***a*** лишаються сталими величинами) величина ***r/R***

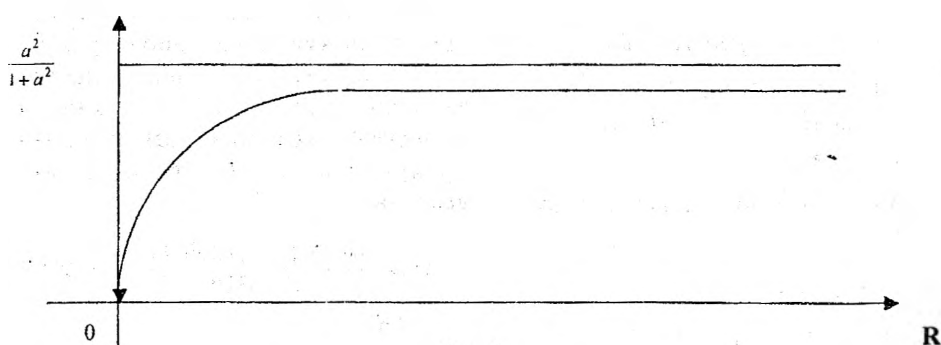

Рис.1.

досить мала і тому для імовірності p одержимо мажорантну оцінку $p < a^2/(1+a^2)$. Зокрема, при $a = 1$, $p < 0{,}5$. Тобто, в цьому випадку не допускається затоварення більше половини виробленої продукції.

Для малої рентабельності (близької до нуля) ймовірність затоварення теж повинна бути малою.

Окремо по кожній змінній R, a і r функція $p(R, r, a)$ спадна за аргументом r, зростаючи за аргументами a і R.

Заслуговує на увагу випадок, коли $r \geq R > 0$, що характерне для нинішнього стану багатьох підприємств України. Тоді

$$p < \frac{a^2}{2\left(1 + a^2 + \sqrt{1 + a^2}\right)}, \qquad (19)$$

Для $a = 1$ визначимо абсолютну мажоранту ймовірності незапитаної продукції: $p < 1/2\left(2 + \sqrt{2}\right) \approx 0{,}146(14{,}6\%)$. Висновок наступний: інвестуючи кошти у випуск певного виду продукції, для того щоб мати від нього прибуток, підприємство у випадку, коли рентабельність продукції не перевищує відсоткової ставки, не повинне допускати ступінь ризику, більший *14,6%.*

Зробимо деякі висновки щодо визначення ризику у відносному виразі. Для цього розглянемо поведінку коефіцієнта варіацій $V(p, r, R)$ як функцій змінної p:

$$V(p,r,R) = (S+1)\sqrt{p - p^2} / [(S+1)(1-p) - 1],$$

$(0<p<1)$.

Покажемо, що функція $V(p, r, R)$ зростаюча на проміжку $(0; 1)$. Знайдемо похідну функції $V(p, r, R)$:

$$V'(p) = \left[\frac{(S+1)\sqrt{p(p-p^2)}}{(S+1)(1-p)-1}\right]' = \left[\frac{(S+1)\sqrt{p(p-p^2)}}{S-p(S+1)}\right]' =$$

$$= \frac{\frac{(1-2p)}{2\sqrt{p-p^2}}[S-p(S+1)] + \sqrt{p-p^2}(S+1)}{[S-p(S+1)]^2}(S+1) =$$

$$= (S+1)\frac{(1-1p)[S-p(S+1)] + 2(p-p^2)(S+1)}{2\sqrt{p-p^2}[S-p(S+1)]^2} =$$

$$= (S+1)\frac{S-2pS-p(S+1)+2p^2(S+1)+2(S+1)p-2p^2(S+1)}{2\sqrt{p-p^2}[S-p(S+1)]^2} =$$

$$= (S+1)\frac{S(1-p)+p}{2\sqrt{p-p^2}[S-p(S+1)]^2} > 0.$$

Додатне значення похідної дає право стверджувати про зростання функції $V(p, r, R)$ на проміжку $(0; 1)$.

Допустимий діапазон затоварення визначається проміжком $(0; p_2)$. Оскільки функція $V(p, r, R)$ зростає, то найбільшого значення вона набуває при $p = p_2$. Величина $V(p_2, r, R)$ є ризиком затоварення у відносному виразі і показує максимальні втрати з однієї гривні очікуваного прибутку.

Займемося визначенням ціни ризику (виграшу). Граничне значення ймовірності затоварення p підставимо у формулу (5), тим самим знайдемо граничний (найменший) очікуваний (середній) прибуток. Справді, формулу (5) запишемо у вигляді:

$$MX = C\left[\frac{Ц - C}{C}(1-p) - rp\right]Q =$$

$$= C[R(1-p) - rp]Q = C[R - (R+r)p]Q$$

Функція MX спадна за змінною p, тому $minMX = C[R-(R+r)p_2]Q$.

В цій формулі приймемо $C = 1$, $Q = 1$. Тоді отримаємо найменший очікуваний прибуток від реалізації через затоварення з однієї гривні виробничих затрат.

Знайдемо відхилення рентабельності продукції від граничного очікуваного прибутку. Таким чином знайдемо максимально допустимий виграш. Цю величину природно назвати ціною ризику, яку можна знайти за формулою:

$$Цp = R - R(1-p) + rp = p(R+r), \qquad (20)$$

Розглянемо приклад розрахунку граничного значення (допустимого найбільшого значення) імовірності затоварення, величину ризику у відносному виразі і ціну ризику для підприємства з рентабельністю 20%, за даним видом продукції, за1999 рік. Середня процентна ставка комерційних банків за кредитом у 1999 році становила 54,5%, за депозитними – 20,7%.

Зауважимо, що у випадку залучених інвестиційних коштів в якості r беруть позичковий відсоток, у випадку власних коштів – депозитний відсоток.

Розглянемо випадок, коли випуск продукції здійснюється повністю за рахунок залучених коштів. Розрахунок допустимого діапазону ймовірності затоварення будемо здійснювати за формулою (16):

$$p(0{,}2;0{,}545) = 2/((1+\frac{0{,}545}{0{,}2})(3+\frac{0{,}545}{0{,}2}+\sqrt{\frac{4\cdot 0{,}545}{0{,}2}+\left(1+\frac{0{,}545}{0{,}2}\right)^2})) = 0{,}05 \ (5\%).$$

Підприємство, таким чином, не може допустити 5% і більше затоварення продукції.

Величину ризику у відносному виразі знайдено за формулою:

$$V(p,r,R) = \frac{\left(\frac{R}{r}+1\right)\sqrt{p(1-p)}}{\left(\frac{R}{r}+1\right)(1-p)-1} = \frac{\left(\frac{0{,}2}{0{,}545}+1\right)\sqrt{0{,}05(1-0{,}05)}}{\left(\frac{0{,}2}{0{,}545}+1\right)(1-0{,}05)-1} = 0{,}99 < 1.$$

Величина ризику у відносному виразі задається параметром a, в даному прикладі він рівний $a < 1$. Імовірність $p_2 = 0{,}05$ буде розрахована за умови, що втрати з однієї гривні очікуваного прибутку були меншими однієї гривні. Величину ризику у відносному виразі задамо значенням $a = 0{,}8$ (втрати з однієї гривні очікуваного прибутку від реалізації не повинні перевищувати 80 коп.). За значенням параметра $a = 0{,}8$ знайдемо граничне значення імовірності затоварення:

$$p(0{,}2;0{,}545{,}0{,}5) = (2\cdot 0{,}8)/((1+\frac{0{,}545}{0{,}2})(1+2\cdot 0{,}8^2+\frac{0{,}545}{0{,}2}+\sqrt{\frac{4\cdot 0{,}545}{0{,}2}0{,}8^2+\left(1+\frac{0{,}545}{0{,}2}\right)^2})) = 0{,}0448(4{,}5\%).$$

Допустима ймовірність затоварення зменшилась до 4,5% проти 5%.

Знаходимо ціну ризику. У першому випадку вона становить (за формулою (20)):

Цр=0,05(0,2+0,545)=0,037 (3,7%); у другому випадку ***Цр=0,0448(0,2+0,5454)=0,033 (3,3%)***. Знизилась і ціна ризику. У першому випадку виграш підприємства, у порівнянні з граничним очікуваним прибутком, становить *3,7%*, в другому – ***3,3%***.

Аналогічно розглядається випадок, коли випуск продукції здійснюється тільки за рахунок власних коштів. Для *a = 0,8* маємо ***p* *(0,2; 0,207; 0,8) = 0,132 (13,2%)***.

Допустима ймовірність затоварення збільшилась в порівнянні з попереднім випадком (*13,2%* проти *5%*). Ціна ризику ***Цр = 0,132(0,2+0,207)=0,0537 (5,4%)***, збільшилась і ціна ризику також (*5,4%* проти *3,3%*).

Нехай затрати на виробництво продукції вже здійснені, тобто ***r = 1***, тоді, покладаючи у формулі (15) ***r = 1***, одержимо:

$$p(0,2;0,8) = (2\cdot 0,8^2)/((1+\frac{1}{0,2})(1+\frac{1}{0,2}+2\cdot 0,8^2+\sqrt{\frac{4\cdot 0,8^2}{0,2}+\left(1+\frac{1}{0,2}\right)^2}))=0.0149\ \ (1,5\%)$$

Звуження допустимого інтервалу затоварення до 1,5 % проти 13,2 % зумовлене відсутністю альтернативного використання інвестованих коштів.

Ціна ризику визначається за формулою ***Цр = p(R+1);***

Цр = 0,0149(0,2 + 1) = 0,0179 (1,8 %).

Знизився і виграш – ***1,8%*** проти ***5,4%.***

Величину ризику в абсолютному виразі у зв'язку із затоваренням можна визначити як добуток Qp_2C, що визначає вартість нереалізованої продукції.

Як визначити вплив собівартості C^* з імовірним ризиком на ризик затоварення ? Це питання визначення впливу цінового ризику на ресурси, що формують собівартість продукції та ризик затоварення. За можливими (прогнозованими) рівнями цін $Ц_1$, $Ц_2, \ldots, Ц_n$ з частотами (імовірностями) q_1, $q_2, \ldots,$ q_n можна визначити очікуваний рівень цін $\overline{Ц} = \sum q_i Ц_i$; а також коефіцієнт варіацій ***V***, що характеризує можливі відхилення цін від очікуваного рівня $(\overline{Ц} \pm v)$. Урахування цінового ризику здійснюється шляхом визначення оптимальних меж імовірності затоварення $p(\overline{Ц} \pm V, C, r, a)$.

Література

1. *Покропивний С.Ф., Соболь С.М., Швидяненко Г.О.* Бізнес – план: Технологія розробки та обгрунтування: навч. посібник – К.: КНЕУ, 1999. – 208с.