УДК 658.1

І.В. Одноралов

*Департамент розробок і закупівлі озброєння та військової техніки Міністерства оборони України*

# ФІНАНСОВИЙ РИЗИК, ЯК ЕЛЕМЕНТ ВПЛИВУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ ПРИ СТВОРЕННІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

*Ефективне використання державних коштів під час реалізації програм розвитку озброєння та військової техніки не можливе без оцінки ризиків різної природи, основним серед яких є фінансовий ризик. У статті приведені розрахунки основних показників фінансового ризику – вартісної та імовірнісної міри фінансового ризику.*

***Ключові слова:*** *фінансовий ризик, ризики при виконанні планів розвитку ОВТ.*

Одним із ризиків, що можуть впливати на ефективність використання державних коштів при створенні озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) є фінансовий ризик. Під основним показником фінансового ризику слід розуміти імовірнісну міру фінансового ризику $P_Ф$ – імовірність того, що фактична вартість заходу $C_Ф(t_p)$ по створенню продукції оборонного призначення перевищить його планову (прогнозну) вартість $C_П(t_p)$, в якості оцінки якої може використовуватися значення, яке отримане із застосуванням економіко-математичної моделі чи експертним способом [1].

Оскільки прогнозна вартість є стохастичною величиною, то із зростанням вартості заходу зменшується імовірнісна міра фінансового ризику та навпаки. У зв'язку з цим, замовник для зменшення імовірнісної міри фінансового ризику може піти на деяке збільшення витрат, розрахованих із використанням економіко-математичної моделі. Тому вартісна міра ризику, яка виражається можливим додатковим потрібним обсягом фінансування на реалізацію заходів, також залежить від імовірнісної міри ризику.

У подальшому приймається, що величина витрат замовника на реалізацію заходу, яка отримана з використанням економіко-математичної моделі, є оцінкою їх математичного очікування $\hat{C}$.

Одним зі статистичних показників, який використовується для визначення вартісної та імовірнісної міри фінансового ризику, є середнє квадратичне відхилення. Для його оцінки може бути застосована зазначена нижче процедура.

Спочатку здійснюється ретроспективний аналіз значень вартості реалізованих заходів та їх фактичних значень. З цією метою формуються дві множини вартісних показників.

Перша множина $\Omega_Ф$ включає фактичне значення вартісних показників виконаних заходів, а друга множина $\Omega_П$ – їх планові (прогнозні) значення.

У зв'язку з тим, що реалізація заходів, у загальному випадку, може продовжуватися більше одного року, а початок (завершення) заходів, що входять у множину $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$ можуть плануватися (здійснюватися) на різні моменти часу, то для забезпечення порівнянності планових та фактичних витрат замовника вони проводяться до єдиного розрахункового року $(t_p)$. У результаті, множини $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$ приймають вигляд:

$$\Omega_Ф = \{ C_{Ф1}(t_p), C_{Ф2}(t_p), ..., C_{Фi}(t_p), ..., C_{ФN}(t_p) \}$$

$$\Omega_П = \{ C_{П1}(t_p), C_{П2}(t_p), ..., C_{Пi}(t_p), ..., C_{ПN}(t_p) \},$$

де $C_{Пi}(t_p)$, $C_{Фi}(t_p)$ – відповідно, планове та фактичне значення вартості $i$-го заходу в цінах розрахункового року $t_p$; $N$ – кількість вартісних показників у множинах $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$.

Вартісні показники, що включаються у множини $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$ повинні задовольняти двом вимогам:

1. Відноситись до тих заходів по яким фактична тривалість виконання заходів співпадає з плановою (прогнозною).

2. Характеризувати витрати фінансових ресурсів на реалізацію тих заходів, у результаті виконання яких створюється продукція, яка близька за своїм функціональним призначенням (принципом дії, функціонування).

Використовуючи показники, що входять у множини $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$, визначаються відносні відхилення фактичних значень вартості заходів від їх планових (прогнозних) значень, приведених до порівняного вигляду. Для цього використовується формула:

$$\varepsilon_i = \frac{C_П(t_p) - C_Ф(t_p)}{C_{Пi}(t_p)}, \quad (1)$$

де $\Omega_{Фi}(t_p)$ та $\Omega_{Пi}(t_p)$ – відповідно планове та фактичне значення вартості $i$-го заходу, які приведені до цін розрахункового року $t_p$.

Середнє квадратичне відхилення та відносне відхилення характеризують ступінь розходження планової (прогнозної) вартості та фактичних витрат на реалізацію заходів. При цьому перший з указаних показників має розмірність національної валюти та є взаємопов'язаним із величиною вартісного показника. Це підтверджується аналізом планової та фактичної вартості заходу, який показав, що зі збільшенням витрат на реалізацію заходів має місце тенденція збільшення вказаної розбіжності.

Другий показник, що є безрозмірним, практично не залежить від планової та фактичної вартості заходів. Це дозволяє використовувати його для характеристики можливої розбіжності планової (прогнозної) та фактичної вартості заходу, що задовольняє другій умові, сформульованій вище.

У результаті застосування формули (1) визначаються значення відносних відхилень $\varepsilon_i (i = \overline{1, N})$ для $N$ заходів, вартісні показники яких у множини $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$, та формується їх сукупність:

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, ..., \varepsilon_i, ..., \varepsilon_N$$

Знайдемо максимальне за модулем відносне відхилення фактичного значення вартості заходів від планового (прогнозного):

$$\varepsilon_{max} = \max|\varepsilon_i| \quad (2)$$

Припустимо, що відхилення фактичної вартості заходу від його планового (прогнозного) значення більш ніж на $\varepsilon_{max}$ є малоймовірним.

Оскільки правило трьох сигм засновано на принципі неможливості настання малоймовірних подій, то для оцінки середнього квадратичного відхилення може бути використане максимальне значення відносного відхилення (формула (2)), яке може бути скориговане на підставі думки експертів.

Визначене таким чином значення $\varepsilon_{max}$ підставляється у формулу:

$$3\sigma_C(t_p) = \varepsilon_{max} \hat{C}(t_p). \quad (3)$$

Із виразу (3) визначається оцінка середнього квадратичного відхилення вартості заходів за формулою:

$$\sigma_C(t_p) = \hat{C}(t_p) \frac{\varepsilon_{max}}{3}. \quad (4)$$

У випадку відсутності статистичних даних для формування множин $\Omega_Ф$ та $\Omega_П$ і сукупності $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, ..., \varepsilon_i, ..., \varepsilon_N$, для оцінки значення $\varepsilon_{max}$ використовується експертний спосіб.

Для наближеної оцінки середнього квадратичного відхилення вартості заходу його значення приймається рівним:

0,7 – під час дострокового прогнозування (період випередження початку заходу складає 4 – 10 років);

0,5 – під час середньострокового прогнозування (період випередження початку заходу складає 2 – 3 роки);

0,3 – під час короткострокового прогнозування (період випередження початку заходу складає не більше 1 рік).

Зроблене припущення про нормальний закон розподілення вартісних показників та отримане з використанням економіко-математичної моделі значення математичного очікування вартості заходу, дозволяє з використанням викладеної вище процедури визначення значення середнього квадратичного відхилення оцінити вартісну та імовірнісну міри фінансового ризику.

Викладемо методичний апарат, який можна використовувати для визначення імовірнісної міри фінансового ризику.

Визначення імовірнісної міри фінансового ризику засновано на правилі трьох сигм.

Для визначення додаткового обсягу фінансування заходу необхідно оцінити діапазон вірогідних значень вартості заходу, попадання до якого розглядається, як несприятливий випадок (рис. 1).

Зліва вказаний діапазон обмежений вартістю заходу, що планується (прогнозується) $C_{П}(t_p, P_{Ф})$, тому що фінансовий збиток має місце лише при його перевищенні.

У якості правої межи вірогідної вартості заходу доцільно використовувати таке її значення, перевищення якого можна розглядати, як практично неможливий захід.

Оскільки відносно розподілення вартості заходу прийняте припущення, що вона підпорядковується нормальному закону, то слушним є співвідношення:

$$P(\left|C_{Ф}(t_p) - \hat{C}(t_p)\right| < t\sigma_C(t_p)) = 2Ф(t), \qquad (5)$$

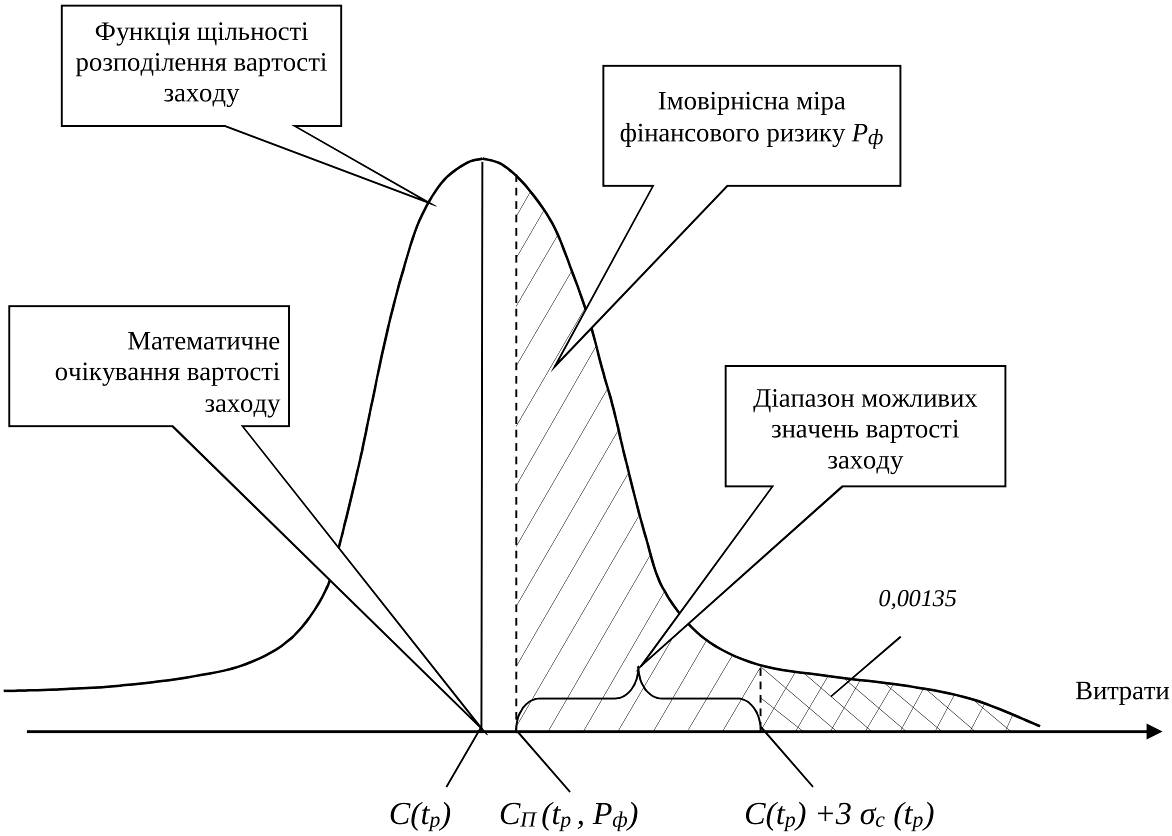



Рис. 1. Показники, що характеризують фінансовий ризик

З формули (5) слідує, що вірогідність того, що вартість заходу перевищить значення $C(t_P) + t\sigma_C(t_P)$ визначається з виразу:

$$P(C_{Ф}(t_p) > \hat{C}(t_p) + t\sigma_C(t_p)) =$$

$$\frac{1}{2}(1 - 2P(\left|C_{Ф}(t_p) - \hat{C}(t_p)\right| < t\sigma_C(t_p))). \qquad (6)$$

Якщо $t$=3, то $Ф(3)$. Тоді з формули (6) отримуємо:

$$P(C_{Ф}(t_p) > \hat{C}(t_p) + t\sigma_C(t_p)) = 0{,}00135$$

Таким чином, вірогідність того, що відхилення вартості заходу від його математичного очікування перевищить $3\sigma_C(t_p)$ складає надто незначну величину, а саме 0,00135. Із цього слідує, що перевищення витрат замовника значень $\hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)$ може розглядатися як неможлива подія (правило трьох сигм [2]). Це дозволяє в якості правої межи можливої вартості заходу прийняти значення $\hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)$.

Тоді в якості діапазону можливих значень вартості заходу, потрапляння у який призводить до виникнення фінансового збитку, може розглядатися інтервал: $C_П(t_p, P_Ф), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))$.

Сформований діапазон можливих значень вартості заходу дозволяє визначити імовірнісну міру фінансового ризику наступним чином:

якщо $C_П(t_p) < \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)$, то імовірнісна міра фінансового ризику приймається рівною імовірності того, що інтервал $(C_{ПCM}(t_p, P_Ф), \hat{C}_{CM}(t_p) + 3\sigma_{CM}(t_p))$ накриє фактичну вартість заходу $(C_Ф(t_p))$, тобто

$$P_Ф \approx P(C_Ф(t_p) \in (C_П(t_p), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)));$$

якщо $C_П(t_p) \geq \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)$, то $P_Ф \approx 0$.

Для визначення імовірності того, що інтервал $C_П(t_p), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)$ накриє фактичну вартість заходу може бути використаний метод Монте-Карло.

Для оцінки вірогідності, що шукається, використовується процедура розіграшу випадкової величини [3].

Хай випадкова величина $R$ розподілена рівномірно в інтервалі (0, 1). Тоді її математичне очікування та дисперсія відповідно дорівнюють:

$$M[R] = \frac{1}{2}, D[R] = \frac{1}{12}.$$

Сформуємо суму значень $n$ незалежних, рівномірно розподілених в інтервалі (0, 1) реалізацією наступної величини $R(R_1, R_2, ..., R_n): \sum_{i=1}^{n} R_i$.

Проведемо нормування значення суми $\sum_{i=1}^{n} R_i$. Для цього знайдемо її математичне очікування та дисперсію, використовуючи наступні властивості математичного очікування та дисперсії:

1. Математичне очікування суми випадкових величин дорівнює сумі математичного очікування доданків.

Виходячи з указаної властивості та враховуючи, що $M[R] = \frac{1}{2}$, отримуємо $M\left[\sum_{i=1}^{n} R_i\right] = \frac{n}{2}$.

2. Дисперсія суми незалежних випадкових величин дорівнює сумі дисперсій доданків.

Використовуючи сформовану властивість і те, що $D[R] = \frac{1}{12}$, можна записати $D\left[\sum_{i=1}^{n} R_i\right] = \frac{n}{12}$.

Тоді середнє квадратичне відхилення суми $\sum_{i=1}^{n} R_i$ дорівнює: $D\left[\sum_{i=1}^{n} R_i\right] = \sqrt{\frac{n}{12}}$.

Для нормування суми $\sum_{i=1}^{n} R_i$ віднімемо з неї математичне очікування $(n/2)$ та поділимо результат на середнє квадратичне відхилення $(\sqrt{n/12})$. Визначено отриману таким чином випадкову величину через $X$:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i - n/2}{\sqrt{n/12}}. \quad (7)$$

У відповідності до центральної граничної теореми при $n \to \infty$ розподілення отриманої нормованої випадкової величини $X$ наближається до нормального з параметрами $M[X] = 0$ та $\sigma[X] = 1$.

При кінцевому $n \to \infty$ розподілення випадкової величини $X$ вважається наближено нормальним. Для зручності розрахунків рекомендується прийняти $n = 12$ [3]. У цьому випадку вираз (7) приймає вигляд:

$$X = \sum_{i-1}^{n} R_i - 6. \quad (8)$$

Значення $R_i$ визначається по таблиці випадкових чисел [4, с. 428]. Оцінка імовірності $P(C_Ф(t_p) \in (C_П(t_p), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p)))$ здійснюється шляхом розігрування можливих значень вартості заходів $C(t_p)$ з математичним очікуванням $\hat{C}(t_p)$ та середнім квадратичним відхиленням $\sigma_C(t_p)$.

Для цього використовується формула:

$$C(t_p) = \hat{C}(t_p) + x_i \sigma_c(t_p), \quad (9)$$

де $x_i$ – $j$-я реалізація випадкової величини $X$, яка визначається за формулою (8).

Після виконання $N$ розіграшів можливих значень вартості заходів $C(t_p)$ визначається необхідна вірогідність:

$$P_Ф = \frac{m}{N},$$

де $m$ – кількість реалізацій у яких розраховане за формулою (9) можливе значення $C(t_p)$ належить інтервалу $C_П(t_p), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))$.

Що стосується кількості реалізацій, то воно може бути прийняте рівним 100 [5]. Для характеристики точності, яка досягається при моделюванні вказаним методом, приведемо результати оцінки математичного очікування та середнього квадратичного відхилення нормально розподіленої випадкової величини з параметрами $\alpha = 0$ та $\sigma = 1$. Після виконання 100 розіграшів були отримані наступні результати: $\alpha = 0{,}05$, $\sigma = 1{,}04$.

Отримана оцінка математичного очікування $\alpha *$ незначно відрізняється від нуля, а оцінка середнього квадратичного відхилення $\sigma *$ близька до одиниці. Це говорить про достатньо високу точність моделювання із застосуванням викладеного методу.

Таким чином, під імовірнісною мірою фінансового ризику $P_\phi$ будемо розуміти імовірність того, що фактичне значення вартості заходу $C_Ф(t_p)$ зі створення високотехнологічної продукції перевищить планове (прогнозне) значення вартості заходу $C_П(t_p)$, тобто $P_Ф = P(C_Ф(t_p) > C_П(t_p))$.

Розглянемо методичний апарат оцінки вартості міри фінансового ризику.

Додаткове фінансування є для замовника несприятливою подією, тому що в умовах обмеженого фінансування виділення додаткових бюджетних засобів на реалізацію будь-якого заходу призводить до таких негативних наслідків, як скорочення номенклатури інших планових заходів чи переніс термінів їх початку (завершення) на більш пізній час.

Оскільки кількісна міра фінансового ризику вимірюється в грошових одиницях, то у подальшому, задля підкреслення змістовної сторони фінансового збитку, будемо називати її вартісною мірою фінансового ризику.

Для визначення додаткового обсягу фінансування заходу використаємо сформований вище діапазон можливих значень вартості заходу, потрапляння у який розглянемо, як несприятливу подію: $C_П(t_p), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))$.

Виходячи з вказаного діапазону, мінімальне можливе значення вартості міри фінансового ризику може дорівнювати нулю, а максимальне –

$$C^{\max}(t_p, P_Ф) = \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p) - C_П(t_p, P_Ф).$$

Оскільки вірогідність виникнення фінансового збитку, близького до максимально можливого значення, незначна, то для характеристик його можливої величини пропонується використовувати таке значення додаткового обсягу фінансового заходу $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$, що належить інтервалу $0, \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p) - C_П(t_p, P_Ф))$, при якому імовірність того, що вартість заходу буде належати інтервалу $C_П(t_p, P_Ф), C_П(t_p, P_Ф) + \overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф))$, тобто знаходиться зліва від значення $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$, або інтервалу $(C_П(t_p, P_Ф) + \overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))$, тобто знаходиться справа від значення $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$, співпадуть.

Іншими словами значення $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$, повинно бути, щоб виконувалась умова:

$$P(C(t_p) \in (C_П(t_p, P_Ф), (C_П(t_p, P_Ф) + \overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф))) =$$

$$P(C(t_p) \in (C_П(t_p, P_Ф) + \overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))). \quad (10)$$

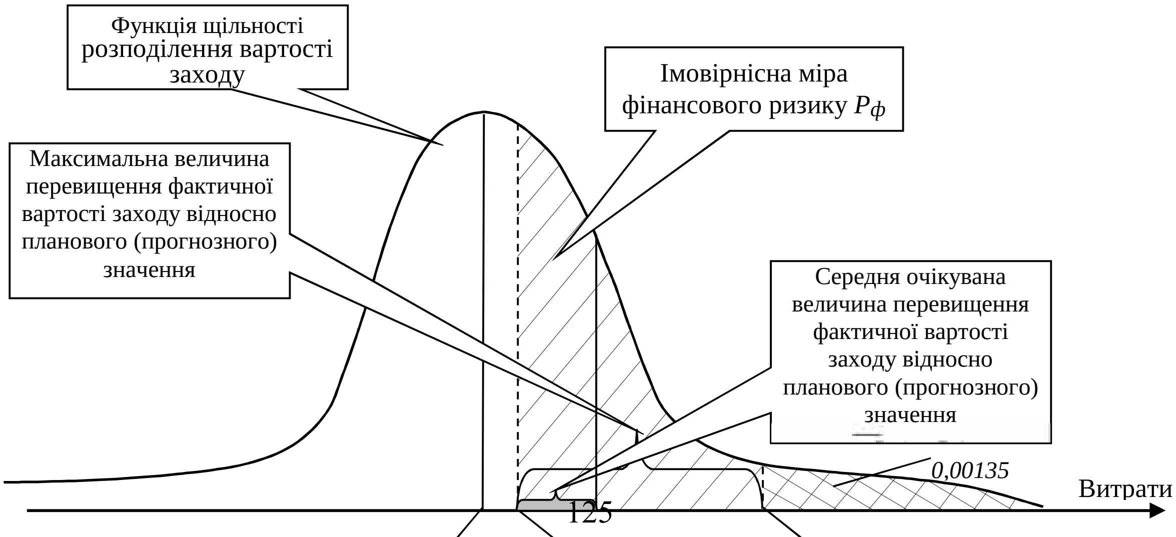
Величину $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$ можна інтерпретувати як центр групування можливих значень додаткових обсягів фінансування заходів та розглядати як можливе середнє (очікуване) значення фінансового збитку від настання несприятливої події. Значення $\overline{\Delta C}_Ф(t_p, P_Ф)$ може бути визначене з використанням приведеної вище процедури (див. формули (7), (8), та (9)).

Іншим важливим показником вартості міри ризику є максимально можливий фінансовий збиток, який може понести замовник. Він характеризується розміром інтервалу $C_П(t_p, P_Ф), \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p))$, який може накривати фактичне значення вартості заходу.

Аналітичний вираз для визначення вартості міри фінансового ризику має вигляд:

$$\Delta C_Ф^{\max}(t_p, P_Ф) = C^{\max}(t_p, P_Ф) = \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p) - C_П(t_p, P_Ф). \quad (11)$$

На рисунку 2 показані можливі місцезнаходження на осі витрат вартісної та імовірнісної мір фінансового ризику.



Два показника фінансового ризику $\overline{\Delta C}_{\Phi}(t_p, P_{\Phi})$ та $\Delta C_{\Phi}^{\max}(t_p, P_{\Phi})$, що розглядалися, досить повно характеризують величину можливого фінансового збитку від настання несприятливої події (перевищення запланованого обсягу фінансування заходу), відображаючи відповідно центр групування його можливих значень та його максимально можливий рівень.

Аналіз можливості використання для характеристики фінансового ризику інших показників дозволив зробити висновок, що одним із найбільш розповсюджених є індекс фінансового ризику, для визначення якого використовується вираз [6]:

$$R = H_n p, \tag{12}$$

де $R$ – індекс фінансового ризику, $H$ – величина фінансового збитку, $p$ – імовірність настання ризикової події.

Недоліком формули (12) є те, що отримання з її використанням значення вартісної міри ризику, у загальному випадку, не є центром групування можливих значень збитку. Величина зміщення розрахункового збитку, визначеного за формулою (12), від центру групування, що задовольняє умові (10) може розглядатися як методична помилка з використанням формули (5). Підхід до оцінки вартісної міри фінансового ризику, що заснований на використання виразу (12), доцільно використовувати в якості наближеної оцінки фінансового збитку, коли з будь-яких причин на може бути визначено значення $\overline{\Delta C}_{\Phi}(t_p, P_{\Phi})$ може використовуватися формула:

$$\overline{\Delta C}_{\Phi}(t_p, P_{\Phi}) = P_{\Phi} \Delta C_{\Phi}^{\max}(t_p, P_{\Phi}) . \tag{13}$$

У якості додаткового показника вартісної міри фінансового ризику, який характеризує можливу ступінь відносного відхилення від планової (прогнозної) вартості заходу, може використовуватися:

$$\varepsilon_{\Phi}(C_{\Pi}, P_{\Phi}) = \frac{\overline{\Delta C}_{\Phi}(t_p, P_{\Phi})}{C_{\Pi}(t_p, P_{\Phi})} 100,\% . \tag{14}$$

Викладене дозволяє дати наступне визначення вартісної міри фінансового ризику.

Під вартісною мірою фінансового ризику, що пов'язаний зі створенням продукції оборонного призначення, будемо розуміти можливий додатковий (понад запланований (прогнозний)) обсяг фінансування заходу, що характеризується показниками:

– максимально можливим обсягом $\Delta C_{\Phi}^{\max}(t_p, P_{\Phi})$, що визначається за формулою

$$\Delta C_{\Phi}^{\max}(t_p, P_{\Phi}) = \hat{C}(t_p) + 3\sigma_C(t_p) - C_{\Pi}(t_p, P_{\Phi}),$$

– середнім можливим обсягом $\overline{\Delta C}_{\Phi}(t_p, P_{\Phi})$, що задовольняє умові (10).

## Список літератури


1. *Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимости военной научно-технической продукции – пути решения проблемы. // Военная мысль – 2001.*
2. *Вензель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.*
3. *Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика – М.: Высшая школа, 1977.*
4. *Большев Л.Н. Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1965.*
5. *Миллер Р.В. ПЕРТ – система управления. Перевод с английского – М.: Экономика, 1965.*
6. *Гранатуров В.М. Экономический риск: методы измерения, пути снижения – М.: Дело и сервис, 2010.*


*Надійшла до редколегії 01.12.2012*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава.

**ФИНАНСОВЫЙ РИСК, КАК ЭЛЕМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ПРИ СОЗДАНИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

И.В. Одноралов

*Эффективное использование государственных средств во время реализации программ развития вооружения и военной техники невозможно без оценки рисков разного происхождения, основным среди них является финансовый риск. В статье приведены расчеты основных показателей финансового риска – стоимостной и возможной меры финансового риска.*

***Ключевые слова:*** *финансовый риск, риски при исполнении планов развития ВВТ.*

**FINANCIAL RISK AS AN ELEMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF PUBLIC FUNDS FOR THE CREATION WEAPONS AND EQUIPMENT**

I.V. Odnoralov

*The effective use of public funds during the implementation of programs of weapons and military equipment is not possible without risk of different nature, among which are the main financial risk. In the article the calculation of key indicators of financial risk - cost and probability measures of financial risk.*

***Keywords:*** *financial risk, with implementation plans for weapon system.*