

УДК 519.863:330.131.7:656.2

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ ПОРТФЕЛЯ ЗАМОВЛЕНЬ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦІ

Журавель К.В., здобувач (УкрДАЗТ)

Запропоновано модель оптимізації портфелю замовлень підприємства залізничного транспорту з метою формування математичного забезпечення обмеження ризиків господарської діяльності. Розглянуто методіку оцінки економічного ризику портфелю замовлень з використанням підходу Марковітца, що дозволяє залізниці прийняти рішення, яке б забезпечувало найбільшу ймовірність найкращого результату при найменших витратах і втратах.

Постановка проблеми та її зв'язки з науковими та практичними завданнями. Для того, щоб оцінити всі можливі варіанти функціонування підприємства залізничного транспорту в ризикових ситуаціях, доцільно використовувати математичний апарат моделювання. Потрібно створити систему економіко-математичних моделей, яка дасть можливість проаналізувати інвестиційну діяльність, прорахувати всі можливі варіанти прийняття рішень з урахуванням ризику. Аналіз проблем планування та удосконалення роботи усіх видів транспорту переконливо свідчить, що врахування невизначеності і породжувані нею ризики будуть займати значне місце в розвитку методологічного підходу прийняття рішень в інвестиційній діяльності підприємств залізничного транспорту. Цим і обґрунтована актуальність даної розробки.

У кожного підрозділу, що займається транспортним обслуговуванням, є свій набір споживачів, які здійснюють вантажні перевезення залізничним транспортом і яким надають додаткові послуги. Сукупність даних споживачів називають портфелем замовлень підрозділу залізничного транспорту.

Практично усі клієнти здійснюють перевезення багатьох родів вантажів. Об'єми відправлення одного роду вантажу протягом року розподіляються нерівномірно, причин тому декілька: сезонний характер перевезень, зміни попиту на даний рід вантажу на зовнішньому та внутрішньому ринку, зміни умов тарифної політики та інше. Все це призводить до того, що постачання по окремому клієнту розподіляються протягом року нерівномірно. На основі цього виникає ризик портфелю замовлень, під яким розуміється відхилення загальної суми отриманих грошей по портфелю за окремий місяць від середньої суми надходжень в цілому по портфелю. Чим більше це відхилення, тим вище ризик того, що надходжень протягом року буде менше, чим в середньому за попередній період.

Важливою обставиною є рівномірне

розподілення в часі надходжень грошових коштів за перевезення вантажів, що дозволяє зменшити ймовірність недоотримання доходів і з більшою точністю планувати витрати підприємства.

Отже, необхідно забезпечити рівномірність надходжень по портфелю замовлень в заданий час, що дозволить зменшити ризик неоптимального портфелю замовлень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор з посиланням на джерела. Теоретичні та методологічні аспекти розробки системи економіко-математичних моделей розвитку та функціонування мікроекономічних об'єктів досліджувалися в наукових працях таких провідних фахівців: О.О. Бакаєва, Л.І. Бажан [1], В.І. Гриценка [1,2], Т.П. Марьяновича [3], В.С. Михалевича, І.І. Ляшка [4] та інших вчених. Ці праці дозволили поглибити дослідження з питань аналізу, оцінки та моделювання ризикових ситуацій в економіці, і особливо в інвестиційній діяльності.

На даний час сформувалась наука ризикологія, результати досліджень якої досить ефективно використовуються в економіці. Але слід відмітити, що на залізничному транспорті питання оцінки, аналізу і моделювання ризикових ситуацій ще не достатньо досліджені.

Розробці наукових основ економічного ризику присвячені наукові праці В.В. Вітлінського, П.І. Верченка, Г.І. Великоіваненко [5,6], М.Т. Корнійчука, І.К. Совтус [7], О.І. Ястремського [8,9], Машиної Н.І. [10], Ілляшенко С.М [11]. Аналіз цих праць показує, що запропоновані в них методи та підходи можуть бути використані для врахування ризику на транспорті.

Виділення невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. На залізничному транспорті залишається недостатньо вивченою та дослідженою проблема оцінки міри ризику, що прямо пов'язана з ймовірністю небажаних наслідків. Тому дана стаття присвячується розробці методіки оцінки економічного ризику портфелю замовлень з

використанням підходу Марковїтца, що дозволяє залізниці прийняти рішення, яке б забезпечувало найбільшу ймовірність найкращого результату при найменших витратах і втратах.

Формування цілей статті (постановка завдання). Задача оптимізації полягає в тому, щоб визначити, яка частка портфеля замовлень повинна бути відведена для певного клієнта так, щоб величина очікуваних надходжень і рівень ризику оптимально відповідали меті транспортного обслуговування. Під метою транспортного обслуговування розуміється мінімізація ризику портфеля замовлень, де ризик вимірюється стандартним відхиленням портфеля.

При мінімізації ризику звичайно встановлюються обмеження щодо способу, яким буде побудований портфель, тобто необхідно розрахувати відповідні частки у складі портфеля, що входять в портфель клієнтів, при яких мінімізується значення стандартного відхилення для певного рівня надходжень. Підкреслимо, що портфельна задача полягає в мінімізації дисперсії портфеля при якомусь мінімальному рівні надходжень [1,4].

Ціллю даної статті є розробка методики оцінки економічного ризику портфелю замовлень залізниці, яка дозволить отримати найкращий результат при найменших витратах.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Задача оптимізації портфеля замовлень вирішується за допомогою моделі Марковїтца [2,4].

Розрахунок проведемо на прикладі СТГО «Південна залізниця». Отже, залізниця має портфель замовлень з трьох клієнтів станом на 15.01.2009 року, з надходженнями, значення яких очікується у розмірі 0,11, 0,15, 0,08 млн.грн.

Розглянемо ситуацію, при якій залізниці необхідно вибрати із більшості замовлень одне найбільш вигідне. Портфель замовлень даного підприємства має декілька характеристик. Перш за все, це вартість M , яка дорівнює сумі надходжень по всім користувачам даного підприємства за конкретний період часу:

$$M = \sum_{i=1}^n N^{кор} i, \quad (1)$$

де $N^{кор} i$ – сума надходжень i -го користувача за конкретний період часу, який розглядається.

Задача полягає в мінімізації дисперсії портфеля при якомусь мінімальному рівні надходжень. Ризик та надходження для портфеля із трьох клієнтів с надходженнями $N1=0,11$, $N2=0,15$, $N3=0,08$ (частки вказані на рис. 1) і їх вагою, відзначеною як W_i .

Щоб виміряти ризик портфеля, необхідно знати не тільки варіацію надходжень окремих клієнтів, але й показники зв'язку; необхідно знати коваріацію або кореляцію всіх пар клієнтів в портфелі замовлень.

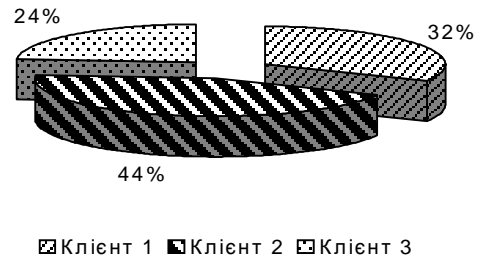


Рисунок 1 - Частки очікуваних надходжень по портфелю замовлень

Ризик портфеля замовлень вимірюється, як зважена сума коваріацій всіх пар клієнтів в портфелі, де кожна коваріація зважена на добуток ваги кожної пари відповідних клієнтів [5].

Ризик портфелю $\sigma^2 p$ знаходиться так:

$$S_p^2 = \sum_{i=1}^H W_i^2 S_i^2 + 2 \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H W_i W_j \text{cov}_{ij} \quad (2)$$

де $\sigma^2 p$ – середньоквадратичне відхилення надходжень i -го користувача;

W_i – частка i -го клієнта в портфелі замовлень;

W_j – частка j -го клієнта в портфелі замовлень;

cov_{ij} – коваріація між надходженнями по i -му і j -му клієнтам;

H – кількість користувачів в портфелі замовлень.

Необхідно відмітити, що при зменшенні середнього квадратичного відхилення портфелю, сумарні надходження звичайно зменшуються, що відповідає загальноприйнятому зв'язку між ризиком і доходністю.

Коваріація – це статистична міра взаємодії двох випадкових змінних. Тобто це міра того, на скільки дві випадкові змінні залежать одна від одної. Позитивне значення коваріації показує, що надходження по цим клієнтам мають тенденцію змінюватися в один бік, наприклад, найкращі за очікувані надходження по одному з клієнтів мають потягнути за собою найкращі за очікувані надходження по другому клієнту. Від'ємна коваріація показує, що надходження мають тенденцію компенсувати один одного. Відносно невелике або нульове значення коваріації показує, що зв'язок між надходженнями цих клієнтів слабкий або відсутній зовсім [6].

Формула для розрахунку коваріації має вигляд:

$$\text{cov } N_i N_j = \frac{\sum (N_i - \bar{N}_i)(N_j - \bar{N}_j)}{n - 1}, \quad (3)$$

де N_i – надходження по i -му користувачу за місяць;
 N_j – надходження по j -му користувачу за місяць.
 При аналізі ризику складають дисперсійно-коваріаційну матрицю, в даному випадку вона має наступний вигляд:

$$\begin{matrix} 0,00015 & 0,00005 & -0,0007 \\ 0,00005 & 0,00025 & -0,00003 \\ -0,0007 & -0,00003 & 0,0001 \end{matrix}$$

Необхідно знайти пропорції W_s надходжень по кожному клієнту, щоб отримати необхідні надходження 11% при мінімальній дисперсії, тобто знайти W_1, W_2, W_3 для розрахунку даної задачі. Тобто, необхідно мінімізувати:

$$S_p^2 = W_1^2 S_1^2 + W_2^2 S_2^2 + W_3^2 S_3^2 + 2W_1 W_2 (\text{cov}_{12}) + 2W_1 W_3 (\text{cov}_{13}) + 2W_2 W_3 (\text{cov}_{23}) \quad (4)$$

при тому, що частки клієнтів мають бути позитивними, їх сумарне значення має дорівнювати одиниці.

Мінімізуємо при умові:

$$\begin{cases} W_1 + W_2 + W_3 = 1 \\ 0,11W_1 + 0,15W_2 + 0,08W_3 = 0,11 \end{cases}$$

В результаті оптимізаційна задача має наступний вигляд:

$$S_p^2 = 0,00015W_1^2 + 0,00025W_2^2 + 0,0001W_3^2 + 0,0001W_1W_2 - 0,00014W_1W_3 - 0,00006W_2W_3$$

при

$$\begin{cases} W_1 + W_2 + W_3 = 1 \\ 0,11W_1 + 0,15W_2 + 0,08W_3 = 0,11 \\ W_i \geq 0. \end{cases}$$

Задачу можна вирішити за допомогою множників Лагранжа.

Функція Лагранжа має вигляд:

$$L(\bar{W}, \bar{I}) = S^2 - \sum_{i=1}^m I_i g_i(\bar{W}), \quad (5)$$

де λ_i – множник Лагранжа.

Знайдемо n частинних похідних за змін-

$$L(\bar{W}, \bar{I}) = \sum_{i=1}^H W_i^2 S_i^2 + 2 \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H W_i W_j \text{cov}_{ij} - \sum_{i=1}^m I_i g_i(\bar{W}) \quad (6)$$

За допомогою підстановок отримаємо наступний вигляд функції:

$$L(\bar{W}, \bar{I}) = \sum_{i=1}^H W_i^2 S_i^2 + 2 \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H W_i W_j \text{cov}_{ij} + I_1 (\sum W_i - 1) + I_2 (\sum W_i N_i - N_{i;\bar{n}}) \quad (7)$$

В даному випадку, для конкретного прикладу лагранжіван приймає вигляд:

$$L(\bar{W}, \bar{I}) = 0,00015 W_1^2 + 0,00025 W_2^2 + 0,0001 W_3^2 - 0,00014 W_1 W_2 - 0,00006 W_1 W_3 - I (W_1 + W_2 + W_3 - 1) - I (0,11 W_1 + 0,15 W_2 + 0,08 W_3 - 0,11)$$

Знайдемо частинні похідні і прирівняємо їх до нуля. Для цього рівняння диференціюється почленно. Таким чином, ми маємо $(n+2)$ рівняння з $(n+2)$ невідомими, в даному випадку п'ять рівнянь з п'ятьма невідомими. Так як рівнянь стільки ж,

як і змінних, а також знайдемо λ_i та λ_s , які перетворюють ці частинні похідні в нуль і одночасно задовольняють умови, щодо рівності. Так як числа рівняння і невідомих рівні, то ми можемо вирішити задачу у вигляді рівняння.

Побудуємо функцію Лагранжа (6) для n клієнтів:

скільки невідомих, існує єдине рішення, яке і має бути оптимальним. Розрахунок у автоматизованому режимі за допомогою табличного процесору Excel буде в даному випадку оптимальним варіантом.

$$W_1 = 0,328 \quad W_2 = 0,288 \quad W_3 = 0,84 \quad (\text{при } I_1 = -0,000157 \quad I_2 = 0,002)$$

Вирішивши дану задачу, ми отримали частки клієнтів, що забезпечують мінімум ризику при заданому рівні доходу кожної групи в цілому по портфелю.

Таким чином, для СТГО «Південна залізниця» отримані наступні результати (рис. 2):

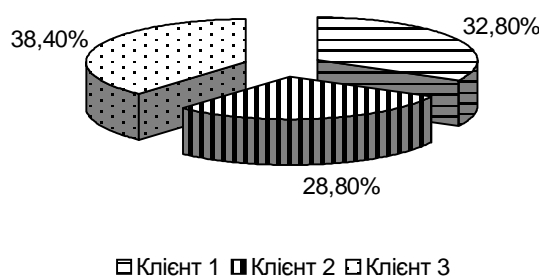


Рисунок 2 - Розподілення часток клієнтів для забезпечення мінімуму ризику при заданому рівні доходів кожної групи в цілому по портфелю

Знаючи динаміку надходжень за період часу, що розглядається, по всім клієнтам можна визначити показники, що характеризують їх роботу, в тому числі і міру ризику по кожному клієнту і по портфелю замовлень [8].

При порівнянні клієнтів, що мають різні надходження і різні ризики, використовується показник, що називається показником варіації (γ), який знаходиться як відношення середньоквадратичного відхилення надходжень по клієнту до середнього надходження по клієнту – N (8):

$$g = \frac{S}{N}, \quad (8)$$

де σ – стандартне відхилення надходжень клієнта.

Чим менший цей показник, тим стабільніше працював клієнт протягом аналізованого періоду часу. Розрахункові коефіцієнти варіації по розглядаємих клієнтах свідчать про те, що мінімальне значення, яке приймає даний коефіцієнт, дорівнює $\gamma=0,23$, а максимальне значення $\gamma=4,67$.

Таким чином, все це говорить про наявність невеликого ризику при взаємодії з розглянутими клієнтами, що у цьому випадку свідчить про відносну рівномірність надходжень по місяцях. Для зменшення нерівномірності й більш гладкого розподілу надходжень протягом розглянутого періоду пропонується оптимізувати кожний портфель замовлень.

Частки клієнтів у портфелі й надходження по клієнтах до й після оптимізації наведені на рисунках 1 і 2 відповідно.

При аналізі роботи клієнтів протягом аналізованого періоду видно, що частка зменшувалась

у Клієнта 2, тобто замовник працює нерівномірно, має великий коефіцієнт варіації, і збільшувалася у Клієнта 1 та Клієнта 3, вони працюють рівномірно й мають відносно малий коефіцієнт варіації.

У результаті оптимізації портфеля замовлень проводиться збільшення частки окремих клієнтів, що в принципі важко реалізувати. Отже, можливо знайти комплекс технічних, технологічних, економічних і організаційних заходів, що дозволяють вирішити це завдання.

Проведена оптимізація портфеля замовлень залізниці має позитивні результати, які виражаються в забезпеченні гарантованого обсягу надходжень коштів щомісяця, що у свою чергу дозволить точніше планувати витрати Південної залізниці; виконувати податкові зобов'язання перед бюджетом і позабюджетними фондами, що є одним із завдань забезпечення фінансової стабільності й економічної безпеки залізниць і галузі в цілому; забезпечувати більш точне планування перевезень вантажів і зменшення простою вагонів та локомотивів.

Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямку. Науковою новизною даної розробки є побудова економіко-математичної моделі задачі вибору оптимальної структури портфеля замовлень залізниці для інформаційної ситуації, котра характеризується ризиковістю середовища.

Запропонована економіко-математична модель дозволить здійснити вибір оптимальних інвестиційних проектів для підприємств залізничного транспорту, що представляє практичну цінність для будь-якого підприємства галузі. Одержані наукові результати можуть використовуватися на практиці для аналізу й прийняття рішень не тільки на залізничному транспорті, а в широкому спектрі економічних проблем (у промисловій, фінансовій сферах, в АПК тощо), зокрема, підприємствами, фінансово-кредитними установами із застосуванням ЕОМ. Розроблений алгоритм оптимізації портфелю замовлень дає змогу приймати науково обгрунтовані рішення при відсутності повної числової інформації, неможливості абсолютно точного прогнозування (передбачення).

Більшість отриманих результатів дослідження є основою для подальших наукових досліджень, серед яких можна виділити побудову економіко-математичної моделі для вибору оптимальної стратегії залізниці при перевезенні вантажу із застосуванням теоретично-ігрового підходу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи, моделі і інформаційні технології в управлінні економічними системами різних рівнів ієрархії: моногр. / О.О. Бакаєв, Л.І. Бажан,

Л.І. Кайдан, Т.Г. Кравченко, В.В. Кулик; НАН України. Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій і систем. — К.: Логос, 2008. — 127 с.

2. Економіко-математичні моделі економічного зростання: Наук. вид. / О.О. Бакаєв, В.І. Гриценко, Л.І. Бажан, Л.О. Бакаєв, К.А. Бобер; НАН України. МОН України. Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій та систем. — К.: Наук. думка, 2005. — 189 с. — (Проект "Наук. кн.")

3. Становление и развитие имитационного моделирования в Украине / Бигдан В.В., Гусев В.В., Марьянович Т. П., Сахнюк М.А. // Пр. міжнар. симп. «Комп'ютери у Європі. Минуле, сучасне та майбутнє». — К., 1998. — С.182–193.

4. Ермольев Ю.М. Математические методы исследований операций/ Ю.М. Ермольев, И.И. Ляшко, В.С. Михалевич. — К.: Вища школа, 1979. — 281 с.

5. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: навч.-метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни/ В.В. Вітлінський, П.І. Верченко.- К.: КНЕУ, 2000.- 292 с.

6. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємстві: моногр./ В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.

7. Корнійчук М.Т. Ризик і надійність. Економіко-стохастичні методи й алгоритми побудови та оптимізації систем: моногр./ М.Т. Корнійчук, І.К. Совтус — К.: КНЕУ, 2000.—212 с.

8. Ястремський О.І. Моделювання економічного ризику/ О.І. Ястремський. — К.: Либідь, 1992. — 176 с.

9. Ястремський О.І. Основи теорії економічного ризику: навч. посібник для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів/ О.І. Ястремський. — К.: "АртЕк", 1997. — 248 с.

10. Машина Н.І. Економічний ризик і методи його вимірювання: навчальний посібник/ Н.І. Машина. - К.: Центр навчальної літератури, 2004. - 188 с.

11. Ілляшенко С.М. Економічний ризик: навчальний посібник/ С.М. Ілляшенко.— К.: Центр навчальної літератури, 2005.- 220 с.

*Рецензент д.е.н., професор УкрДАЗТ Дейнека О.Г.
Експерт редакційної колегії к.е.н., доцент УкрДАЗТ Токмакова І.В.*

УДК 336.645.1

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА

Ломинога И.В., ассистент (УкрГАЗТ)

В статті проведено аналіз переваг і недоліків позикового капіталу в цілому і по його окремих елементах, зокрема по кредиту, емісії облігацій, лізингу і селенгу.

Постановка проблеми и ее связь с научными или практическими заданиями. На современном этапе развития экономики одной из главных проблем украинских предприятий является нехватка инвестиционных ресурсов. Какие источники финансирования лучше выбрать, как оптимизировать их структуру – вот основные вопросы, ответ на которые зависит от множества факторов: доступности каждого источника в различные периоды времени, финансового состояния предприятия, особенностей конкретного инвестиционного проекта и его влияния на результативность деятельности предприятия в перспективе.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема рассматривалась многими отечественными и зарубежными учеными: Бланком И.А.[2], Майоровой Т.В., Савицкой Г.В.

[3], Мелкумовым Я.С., Ковалёвым Е.В.[1], Стояновой Е.С.[4], Модильяни Ф., Миллером М. и другими.

Цель данного исследования состоит в определении достоинств и недостатков, наиболее распространенных заемных источников инвестиционных ресурсов по отдельным видам и по группе в целом, что позволит лучше оптимизировать их структуру.

Изложение основного материала. Среди заемных источников финансирования инвестиций главную роль обычно играют кредиты банков, хотя действующие процентные ставки и невыгодны предприятиям

К преимуществам данного инструмента относятся:

- отсутствие дополнительных расходов, связанных с получением кредита (при реализации