

# ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРТФЕЛЯ ОБЛІГАЦІЙ БАНКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ РЕБАЛАНСУВАННЯ ТА ІМУНІЗАЦІЇ

*В.О. Чемерис, О.В. Башкіров, Національний банк України*

Поняття імунізації вперше було запропоновано актуарієм компанії, що займалася страхуванням життя, Ф.М. Редінгтоном (F.M. Redington). Теорія імунізації була викладена ним у 1952 р. у статті “Review of Principle of Life Office Valuation”. Редінгтон дав визначення імунізації як “інвестування, яке захищає вартість від змін процентних ставок”.

Головна ідея імунізації полягає в тому, що узгоджені за розміром імунізації активи та зобов’язання будь-якої фінансової установи дозволяють за допомогою портфеля активів виконати усі боргові зобов’язання цієї установи, незважаючи на будь-які коливання процентних ставок на ринку.

Для того, щоб краще зрозуміти, чому питання імунізації вперше виникло у страхуванні та як імунізація може застосовуватися до портфеля цінних паперів банку, розглянемо наступний приклад.

Припустимо, що страхова компанія продає гарантований інвестиційний контракт (GIC – Guaranteed Investment Contract). GIC є, за своєю сутністю, безкупонною облигацією, що емітується страховою компанією для клієнтів. Продаючи такий контракт, страхова компанія гарантує його покупцю сплату визначеної суми у визначений час у майбутньому замість одноразового внеску покупця. Або, що еквівалентно, гарантує покупцю контракту визначену ставку доходності на його внесок.

Сума, яку страхова компанія гарантує покупцю контракту, розраховується наступним шляхом:

$$P_n = P_o \cdot (1+r)^n, \quad (1)$$

де  $P_n$  – гарантована покупцю контракту сума виплати у майбутньому (еквівалентно Future Value – FV облигації);

$P_o$  – одноразовий внесок покупця контракту (еквівалентно Present Value – PV облигації);

$r$  – гарантована покупцю контракту ставка доходності (еквівалентно купонній ставці за облигацією);

$n$  – кількість періодів нарахування відсотка до настання моменту сплати гарантованої суми.

Припустимо, що страхова компанія приймає рішення фінансувати зобов’язання по внеску за рахунок купівлі облигацій на суму внеску  $P_o$  з купонною ставкою  $r$  та строком погашення  $n$ .

Зауважимо, що інвестування внеску в купонні облигації з доходністю до погашення, яка дорівнює необхідній доходності, та з терміном погашення, що дорівнює інвестиційному горизонту, зовсім не гарантує отримання суми по закінченні строку інвестиції.

Доти, поки ринкова процентна ставка залишається на рівні  $r$ , зобов'язання компанії є повністю профінансованими внаслідок того, що поточна вартість зобов'язань дорівнюватиме вартості облігації. Іншими словами, доходність до погашення облігації буде співпадати з реалізованою доходністю за період.

Однак у випадку, коли ринкові процентні ставки почнуть змінюватись, дві взаємно протилежні сили розпочнуть здійснювати вплив на здатність інвестованих коштів зростати до необхідного рівня. Загальна сума грошових надходжень за кожною облігацією складається з вартості облігації та суми процентів за реінвестованими купонними виплатами, які розраховуються за такими формулами:

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

$$I_{nt} = C \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r} - n \cdot C, \quad (3)$$

де  $P$  – вартість облігації;  
 $I_{nt}$  – сума процентів за реінвестованими купонними виплатами;  
 $r$  – процентна ставка на момент часу  $t$ ;  
 $CF_t$  (*cash flow*) – грошовий потік за облігацією на момент часу  $t$ ;  
 $t$  – періоди, в які здійснюються виплати за облігацією;  
 $C$  – розмір купонного платежу за облігацією;  
 $n$  – загальна кількість періодів  $t$ .

Отже, покупці (власники) облігацій матимуть справу з двома взаємно протилежними типами процентного ризику – ризиком зміни ціни (*price risk*) та ризиком зміни ставки реінвестування (*reinvestment rate risk*).

Зростання процентних ставок на ринку призведе до того, що вартість облігацій буде нижчою, ніж у випадку, коли б процентні ставки залишалися незмінними. Але за більш високих процентних ставок реінвестовані купонні виплати почнуть зростати більш високими темпами, що компенсує, частково або повністю, втрату вартості облігації.

Навпаки, при зниженні ринкових процентних ставок вартість облігації при погашенні буде вищою, ніж у випадку незмінних ставок, але реінвестовані купонні виплати зменшаться, що в комплексі може привести як до зростання, так і до зменшення загальної суми доходу.

Якщо належним чином підібрати дюрацію портфеля облігацій, вказані вище два ефекти можуть взаємно компенсуватися, внаслідок чого коливання процентних ставок на ринку не впливатимуть на накопичену вартість інвестованих коштів.

Розглянемо, чому саме показник дюрації є найбільш важливим при здійсненні стратегії імунізації портфеля облігацій.

Щоб належним чином розуміти та користуватися поняттям “термін погашення” (*maturity*) для облігації, яка передбачає певну кількість виплат, необхідно мати вимір середнього терміну погашення грошових потоків за даною облігацією, який би виконував функцію узагальнюючої статистичної характеристики ефективного терміну погашення облігації.

В 1938 р. Макоулі (Macaulay) запропонував термін “дюрація” (duration) для визначення ефективного терміну погашення облигації. Він визначив дюрацію як середнє значення строків часу до настання кожного купонного чи основного платежу за відповідною облигацією, зважених на обсяги відповідних виплат. Крім того, він запропонував, щоб вагові коефіцієнти, що застосовуються до часу, який залишився до кожного платежу, відповідали “важливості” цього платежу в загальній вартості облигації. Тобто, щоб вагові коефіцієнти для часу кожного платежу були часткою від загальної вартості облигації. Ця вага (частка) розраховується як поточна вартість відповідного платежу, поділена на вартість облигації.

Показник дюрації облигації розраховується таким чином:

$$D = \frac{1}{P} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{t \cdot CF_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

де  $D$  – дюрація (Макоулі) облигації;  
 $P$  – вартість облигації;  
 $r$  – процентна ставка на період часу  $t$ ;  
 $CF_t$  (cash flow) – грошовий потік за облигацією на період часу  $t$ ;  
 $t$  – період часу, в який здійснюються виплати за облигацією;  
 $n$  – загальна кількість періодів  $t$ .

Крім того, що дюрація є вдалою узагальнюючою характеристикою ефективного середнього терміну погашення облигації, вона також є основою для визначення показника модифікованої дюрації, який вимірює чутливість облигації до коливань ринкової процентної ставки і розраховується таким чином:

$$ModDur = \frac{D}{(1+r)}, \quad (5)$$

де  $ModDur$  – модифікована дюрація облигації;  
 $D$  – дюрація (Макоулі) облигації;  
 $r$  – процентна ставка на період часу  $t$ .

Найважливіше значення показника модифікованої дюрації полягає у тому, що апроксимація процентної зміни ціни облигації дорівнює від’ємному значенню модифікованої дюрації:

$$\Delta P_{\%} = -ModDur. \quad (6)$$

Крім того, модифікована дюрація та дюрація Макоулі мають такі загальні властивості (за припущення, що всі інші фактори незмінні):

1. Дюрація Макоулі безкупонної облигації дорівнює строку її погашення, але модифікована дюрація у цьому випадку менша від строку погашення облигації.
2. Модифікована дюрація та дюрація Макоулі більші у облигацій з меншим купоном (крім довгострокових облигацій з великим дисконтом).
3. Чутливість облигації до коливань ринкових процентних ставок збільшується відповідно до зростання строку погашення облигації.
4. Дюрація портфеля облигацій дорівнює середньозваженій дюрації всіх його складових.

Таким чином, показник дюрації є ключовим, на який інвестор повинен орієнтуватися при здійсненні імунізації портфеля інвестицій.

З метою досягнення імунізації зобов'язань, тобто необхідної накопиченої вартості (або необхідного рівня доходності), яка буде незалежною від коливань ринкової доходності, необхідно інвестувати кошти в таку облігацію (або кілька облігацій), яка б відповідала таким вимогам:

1. Дюрація Макоулі обраної облігації (або портфеля) повинна співпадати з інвестиційним горизонтом (або з дюрацією Макоулі зобов'язань).
2. Початкова поточна вартість грошових потоків облігації (або портфеля) повинна дорівнювати поточній вартості майбутніх зобов'язань.

Вивченням та розробкою стратегії багатоперіодичної імунізації, тобто стратегії управління портфелем інвестицій, за якої він може забезпечити більш ніж один платіж незважаючи на зміни ринкових ставок, займалися такі економісти, як Бірвег (Bierweg), Кауфман (Kaufman) та Тавс (Toevs) (назва основної роботи: “Immunization Strategies for Funding Multiple Liabilities), а також Фонг (Fong) та Васічек (Vasicek) (назва основної роботи: “A Risk Minimizing Strategy for Multiple Liability Immunization”).

Фонг та Васічек додали ще одну необхідну умову щодо імунізації складних зобов'язань: розподіл дюрацій окремих активів повинен мати більший розмах, ніж розподіл дюрацій зобов'язань.

Розглянемо практичний приклад імунізації. Припустимо, що ми маємо намір імунізувати десятирічне зобов'язання, поточна вартість якого (present value – PV) дорівнює 1000 грош. од. Якщо, наприклад, поточна ринкова ставка доходності дорівнює 6 % річних, то майбутня вартість (future value – FV) наших зобов'язань дорівнюватиме:

$$FV = PV \cdot (1+r)^n = 1000 \cdot 1,06^{10} = 1790,85 \text{ грош. од.}$$

Також припустимо, що ми маємо вибирати з трьох різних облігацій з наступними характеристиками:

	Облігація 1	Облігація 2	Облігація 3
Купонна ставка, %	6,70	6,988	5,90
Термін погашення, років	10	15	30
Номинальна вартість, грош. од.	1000	1000	1000
Вартість облігації, грош. од.	1051,52	1095,96	1013,96
Дюрація	7,6655	10,0000	14,6361
Номинальна вартість, яка відповідає ціні облігації, грош. од.	0,95100	0,91244	1,01396

Розрахуємо загальну суму надходжень за кожною облігацією за умови, що ринкова ставка залишиться незмінною – 6 % річних – та якщо ринкова ставка зросте або зменшиться на 1 %.

	Облігація 1	Облігація 2	Облігація 3
<b>Ринкова ставка – 6 %</b>			
Вартість облігації, грош. од.	1012,18	1041,62	988,53
Проценти на проценти	870,93	921,07	777,67
Обсяг	0,9510	0,9124	1,0140
Загальна сума, грош. од.	<b>1790,85</b>	<b>1790,85</b>	<b>1790,85</b>
Результат	Співпадає	Співпадає	Співпадає
<b>Ринкова ставка – 5 %</b>			
Вартість облігації, грош. од.	1036,23	1086,07	1112,16
Проценти на проценти	806,49	878,94	742,10
Обсяг	0,9510	0,9124	1,0140
Загальна сума, грош. од.	<b>1752,43</b>	<b>1792,47</b>	<b>1880,14</b>
Результат	Нестача	Надлишок	Надлишок
<b>Ринкова ставка – 7 %</b>			
Вартість облігації, грош. од.	983,38	999,51	883,47
Проценти на проценти	942,32	965,49	815,17
Обсяг	0,9510	0,9124	1,0140
Загальна сума, грош. од.	<b>1831,35</b>	<b>1792,95</b>	<b>1722,34</b>
Результат	Надлишок	Надлишок	Нестача

Як бачимо, імунізація майбутньої вартості відбувається тільки у випадку, якщо ми оберемо другу облігацію, яка за будь-якої зміни ринкових процентних ставок гарантує отримання у майбутньому необхідної суми з невеликим надлишком. Слід звернути увагу на те, що дюрація саме другої облігації співпадає з інвестиційним горизонтом, який складає 10 років.

Однак імунізація має кілька суттєвих недоліків, які потрібно враховувати.

По-перше, інвестор може зіткнутися з проблемою відсутності на ринку фінансових інструментів, які б відповідали строкам його зобов'язань. Наприклад, на багатьох ринках цінних паперів практично неможливо здійснити імунізацію строком у кілька тижнів.

По-друге, у процесі управління портфелем цінних паперів з фіксованим рівнем доходу багато інвесторів враховують власні припущення щодо напрямків майбутніх змін процентних ставок. Теорія імунізації не має у своєму розпорядженні інструментів, які б підтримували прийняття рішень щодо структури оптимального портфеля, що базуються на характері очікувань, прогнозів інвестора щодо зміни ситуації на ринку, його схильності до ризику.

По-третє, теорія імунізації пропонує стратегію захисту від одноразових зрушень структури процентних ставок, тоді як коливання процентних ставок на ринках відбуваються постійно і збереження портфеля в імунізованому стані вимагає численних ребалансування його структури. При цьому слід мати

на увазі, що проведення ребалансування пов'язане з досить високим рівнем трансакційних витрат, що може бути неприйнятним для інвесторів, однак відмова від подальших ребалансування піддає імунізований портфель процентному ризику.

Відповіді на деякі з вищезгаданих проблем дає теорія ігор, проте, незважаючи на зазначені недоліки, теорія імунізації може бути корисною для застосування на практиці.

При здійсненні імунізації портфеля облігацій та його ребалансування інвестор повинен разом з використанням моделей імунізації враховувати так звані "позамодельні" фактори впливу – власні прогнози щодо напрямків зміни ринку, ступінь прийняття ризику, історичний досвід. Наприклад, чим більшою є впевненість інвестора у тому, що рівень процентних ставок у майбутньому буде знижуватися, та чим більшою є його схильність до ризику, тим більшою може бути дюрація його портфеля. Прийняття рішень повинно базуватися на постійному моніторингу таких найважливіших показників чутливості та волатильності, як дюрація та VAR (Value-at-Risk). Дуже важливим для надійності аналізу також є проведення бек-тестінгу моделей, що використовуються.

Чемерис В.О. Оптимізація портфеля облігацій банку із застосуванням методів ребалансування та імунізації / В.О. Чемерис, О.В. Башкіров // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України : зб. наук. праць / Державний вищий навчальний заклад "Українська академія банківської справи Національного банку України". - Суми, 2004. - Т. 9. - С. 66-72.