

Приймак В.І.,

доктор економічних наук,
професор кафедри інформаційних систем у менеджменті
Львівського національного університету ім. І. Франка,

Карчевська О.І.,

аспірантка кафедри інформаційних систем у менеджменті
Львівського національного університету ім. І. Франка

ДИНАМІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ ПОТОКАМИ КОМПАНІЇ ЗІ СТРАХУВАННЯ ЖИТТЯ

На сучасному етапі розвитку економіки ключовим елементом забезпечення соціальних гарантій має стати страхування життя й пенсій. У статті розглянуто проблему управління фінансовими потоками компаній зі страхування життя, запропоновано оптимізаційну модель, яка дозволяє комплексно розв'язувати завдання формування інвестиційного портфеля і пере-страхування ризиків.

On the modern stage of development of economy life and pensions insurance must become the key element of providing of social guarantees. In the article the problem of managing cash flows of a life-insurance company is considered. The suggested optimization model allows to solve the task of investment portfolio construction and that of reinsuring risks.

В Україні в умовах функціонування ринкової економіки компанії зі страхування життя набувають особливого значення, оскільки, пропонуючи види послуг, пов'язані з нагромадженням коштів, вони виступають потужними інвесторами на фінансовому ринку. Роль страхових організацій також зростає у зв'язку з впровадженням в Україні накопичувальної моделі пенсійного забезпечення, яке має здійснюватися недержавними пенсійними фондами і страховими компаніями. Отже, важливість діяльності компаній зі страхування життя обумовлена, насамперед, двома причинами: можливістю здійснення накопичення коштів до певної події та впровадженням пенсійного страхування.

Забезпечення пенсійними виплатами працівників після виходу на пенсію, накопичення коштів до певної події та страхування життя — пріоритетні напрями розвитку страхових ринків західних держав. Ученими як цих країн, так і України проведено ряд досліджень і побудовано багато моделей, які стосуються страхування життя, пенсійного та накопичувального страхування. Серед зарубіжних учених, які працюють у цьому напрямі, можна назвати Н. Баурса, Х. Гербера, А. Кейрнса, Дж. Сунга, К. Тробріджа, С. Хабермана, Дж. Хікмана. В Україні цією проблематикою займаються Н. Внукова, Д. Леонов, Е. Лібанова, А. Якимів та інші.

Українські вчені більше уваги приділяють дослідженням страхового ринку та розробці рекомендацій щодо управління діяльністю страхових компаній як фінансових інститутів, що здійснюють накопичення коштів. У працях іноземних

науковців розглядаються моделі управління фінансовими активами, особливості актуарних розрахунків. Як у світовій, так і у вітчизняній практиці для моделювання різних соціально-економічних завдань широко використовується математичний апарат.

Варто зазначити, що на даний момент в Україні страхування життя та пенсій перебуває на початковій стадії розвитку, тому існує потреба в подальшому дослідженні економіко-математичних моделей, розробці рекомендацій щодо ефективного управління фінансовими потоками страхових компаній.

Метою даного дослідження є розробка (для гіпотетичної української страхової компанії) економіко-математичної моделі управління фінансовими потоками компанії зі страхування життя й отримання на її основі оптимальної інвестиційної стратегії та стратегії перестраховування.

За основу взято дослідження С. Хабермана і Дж. Сунга¹, які побудували оптимізаційну стохастичну модель для професійного пенсійного фонду, що працює за схемою з визначеними виплатами. Завдання оптимального динамічного управління полягає у виборі розміру внесків та структури інвестиційного портфеля на кожен момент часу. Критерій якості управління (цільова функція) враховує два типи ризику: стабільність внесків та платоспроможність фонду. Виконуючи поставлене завдання, вчені отримали аналітичний розв'язок у вигляді залежностей розміру внесків та частки фонду, що інвестується в кожен актив, від величини фонду.

У нашому випадку модель удосконалено з огляду на специфіку діяльності української страхової компанії. Зокрема, враховано можливість передання частини ризику іншій страховій компанії шляхом укладання договору перестраховування, адже інвестиційна стратегія включає вкладення коштів у декілька активів. У зв'язку з неможливістю коригування величини внеску з боку страховика, критерієм якості управління в досліджуваній моделі є тільки платоспроможність компанії.

Для оцінювання результатів реалізації альтернатив і вибору стратегії управління часто використовуються імітаційне моделювання та сценарний аналіз. Сценарний аналіз передбачає прогнозування результатів діяльності компанії на основі наперед обраних детерміністичних сценаріїв, тобто вхідних даних моделі, що відповідають певним варіантам розвитку компанії та зовнішнього середовища. Проте одержані результати мають значення лише для обраних сценаріїв, тому набути після їх аналізу інформацію можна використовувати тільки в тому випадку, коли сценарії вибрано правильно. У разі застосування імітаційного моделювання випадковим чином генерується велика кількість різних сценаріїв, при цьому враховуються як параметри діяльності компанії, так і вплив зовнішніх чинників. У результаті для кожного сценарію одержуємо функції розподілу таких показників,

¹ *Haberman S., Sung J. Dynamic Programming Approach to Pension Funding: the Case of Incomplete State Information // Astin Bulletin. — 2002. — Vol. 32, No.1. — P. 129—142.*

як, наприклад, збитковість, величина капіталу компанії тощо. Отже, описані вище методи дозволяють лише оцінити результати діяльності компанії в різних ситуаціях, безпосередньо не даючи відповіді на питання, яка з можливих стратегій є оптимальною. Розв'язок поставленої задачі — знаходження оптимальної для всього періоду планування стратегії — можна отримати з допомогою методів динамічного програмування. З огляду на ці переваги, перспективними є дослідження використання методів динамічного програмування для прийняття фінансових рішень.

Кожна страхова компанія має фінансові ресурси, що являють собою сукупність тимчасово вільних коштів страховика, які перебувають у господарському обігу і використовуються для проведення страхових операцій та інвестиційної діяльності. Фінансові ресурси страхової компанії постійно знаходяться в русі й у часовому аспекті є фінансовими потоками.

Потік фінансових ресурсів — це різниця між надходженням і витрачанням фінансових коштів за певний період часу незалежно від джерел їх утворення².

Основними фінансовими потоками, що розглядаються в даній моделі, є:

- надходження внесків від страхувальників та здійснення страхових виплат;
- доходи (збитки) в результаті інвестування коштів страхових резервів;
- виплата премій перестраховику та компенсація ним збитків страхової компанії згідно з умовами договору.

З метою забезпечення гарантій виплат відшкодування і страхових сум страховою організацією утворюються резерви довгострокових зобов'язань (математичні резерви). Величина математичного резерву визначається на кожну страхову річницю і розраховується як різниця між актуарною теперішньою вартістю майбутніх виплат і актуарною теперішньою вартістю очікуваних майбутніх внесків. Однак, унаслідок дії очевидних економічних та демографічних чинників, математичний резерв не завжди збігається з фактично одержаним. Це зумовлено, насамперед, коливаннями інвестиційної доходності та смертності.

На кожен момент управління актуарно розраховується величина резерву, яка на цей момент забезпечувала б майбутні виплати за договором, і порівнюється з наявним капіталом. Якщо спостерігається недофінансування, то відповідне рішення вважається неефективним і ведеться пошук іншого.

Кошти страхових резервів повинні розміщуватися з урахуванням безпеки, прибутковості, ліквідності, диверсифікованості³. У даному дослідженні як напрями інвестування обрано банківські депозити, корпоративні облігації та акції українських підприємств. Вибір таких активів зумовлений їх значною часткою в інвестиційному портфелі страховиків. Неінвестовані активи являють собою кошти

² Тронин Ю.Н. Основы страхового бизнеса. — М.: Альфа-Пресс, 2006. — 472 с.

³ Про страхування: Закон України // Відомості Верховної Ради України. — 2002. — № 7. — С. 50.

на рахунку в банку. При побудові моделі враховано обмеження на інвестування резервів згідно з правилами розміщення страхових резервів зі страхування життя⁴. Для представлення коштів страхових резервів зі страхування життя величина окремих категорій активів береться в таких обсягах:

- 1) кошти на рахунках у банках — не більш як 5 % загального розміру резервів;
- 2) банківські вкладення (депозити) — не більш як 50 % загального розміру резервів;
- 3) облігації українських емітентів — не більш як 40 % загального розміру резервів;
- 4) акції українських емітентів, які відповідно до норм законодавства пройшли лістинг і перебувають в обігу на фондовій біржі, — не більш як 30 % загального розміру резервів.

З метою забезпечення стабільності та платоспроможності страхова компанія здійснює перестраховування ризиків на основі ексцедентного перестраховування. Договір ексцедентного перестраховування передбачає передання страховиком узгодженої частини ризикової суми понад величину власного утримання. Рівень власного утримання є величиною, виплати нижче якої компанія-страховик здійснює самостійно, а виплати, що перевищують цю величину, покриваються за договором перестраховування іншою компанією (перестраховиком). Ризикова сума визначається як різниця між загальною страховою сумою за ризиком смерті й актуарним резервом, розрахованим на початок кожного року перестраховування. Для новоукладених договорів зі страхування життя ризикова сума дорівнюватиме страховій сумі.

Критерієм якості управління є фінансова стійкість — здатність страхової компанії виконувати взяті фінансові зобов'язання за договорами страхування під впливом несприятливих чинників, змін економічної ситуації тощо.

Припущення моделі зводяться до такого:

- 1) період планування — 1 рік;
- 2) отримання внесків та здійснення видатків — на початку року;
- 3) формування резерву здійснюється за рахунок договорів зі страхування життя, пенсійного та накопичувального страхування;
- 4) премія за перестраховування на одиницю покриття є постійною для всіх типів договорів.

Наше завдання полягає у визначенні стратегії управління фінансовими потоками страхової компанії за умови забезпечення її платоспроможності або, іншими словами, у прийнятті рішення стосовно структури інвестиційного портфеля та величини власного утримання залежно від величини резервного капіталу компанії.

⁴ Правила розміщення страхових резервів зі страхування життя. Затверджено Розпорядженням Державної комісії з регулювання ринків фінансових послуг України № 2875 від 26.11.2004. — <http://www.uazakon.com/document/fpart58/idx58084.htm>.

Економіко-математична модель задачі динамічного управління. Поставлену задачу можна розглядати як багатоетапний процес прийняття рішень. На кожному етапі, залежно від розміру резервного капіталу, управління полягає в прийнятті рішення стосовно частки ризикової суми, яка залишається на власному утриманні, та частки резерву, що інвестується у кожен актив. Оптимізаційну задачу для дискретної динамічної системи можна записати так:

$$\min_{\{S_t, p_t^i; t=0, \dots, T-1\}} E \sum_{t=1}^T \phi(F_t) = \min_{\{S_t, p_t^i; t=0, \dots, T-1\}} E \sum_{t=1}^T \beta^t \left(\max \left(1 - \frac{F_t}{\eta AL_t}; 0 \right) \right) \quad (1)$$

за умов:

$$F_{t+1} = \left(1 + \sum_{i=1}^N p_t^i r_{t+1}^i \right) (F_t + C_t + I_t(S_t) - P_t(S_t)), \quad (2)$$

$$F_0 = f. \quad (3)$$

де F_t , C_t , B_t — відповідно величина накопиченого резервного капіталу ($t = \overline{0, T}$), сума внесків та величина виплат ($t = \overline{0, T-1}$) на момент часу t ;

f — початковий капітал компанії;

AL_t — актуарна теперішня вартість зобов'язань перед клієнтами на момент часу t , яка відображає математичний резерв;

S_t — величина власного утримання на момент часу t ;

$I_t(S_t)$ — сума, яка виплачується перестраховиком у разі виплат понад величину власного утримання на момент часу t ;

$P_t(S_t)$ — величина сплачених перестраховику премій на момент часу t залежно від величини власного утримання;

p_t^i — частка фонду, інвестована в i -й актив ($i = \overline{1, N}$) на момент часу t ;

r_t^i — дохідність i -го активу на момент часу t ;

β — коефіцієнт дисконтування;

η — нормативний запас платоспроможності;

E — оператор математичного сподівання.

Основною метою діяльності страхової компанії є забезпечення її платоспроможності. Індикатором цієї величини слугують відносні відхилення реальних значень резервного капіталу від актуарно розрахованих. Мінімізацію суми цих відхилень протягом періоду управління і передбачає цільова функція (1).

У даній моделі керованими величинами є частка інвестицій в i -й актив і величина власного утримання. Вираз (2) описує динаміку фонду, зумовлену вибраним варіантом управління. Враховуючи реальні економічні та демографічні чинники, тут дохідність та розмір виплат описуються стохастичними процесами. Так, дохідність i -го активу в момент часу t подамо формулою:

$$r_t^i = \mu^i + \sigma^i z_t^i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (4)$$

де μ^i — математичне сподівання дохідності i -го активу;

σ^i — волатильність дохідності i -го активу (середньоквадратичне відхилення);
 z_t^i — незалежні однаково розподілені випадкові величини, причому $z_t^i \sim N(0,1)$.

Величину виплат у момент часу подамо залежністю:

$$B_t = b_t + \sigma^b z_t^b, \quad (5)$$

де b_t — математичне сподівання виплат у момент часу t ;

σ^b — волатильність виплат;

z_t^b — незалежні однаково розподілені випадкові величини, причому $z_t^b \sim N(0,1)$.

У моделі візьмемо, що перестраховування здійснюється згідно з умовами ексцедентного перестраховування. Якщо випадкова величина B_t — це розмір сумарних виплат страхової компанії, то для договору ексцедентного перестраховування з величиною власного утримання S_t сума, що виплачується перестраховиком страховику, дорівнює⁵:

$$I_t(S_t) = \begin{cases} 0, & B_t \leq S_t \\ B_t - S_t, & B_t > S_t \end{cases} \quad (6)$$

тобто перестраховик компенсує суму виплат, що перевищує величину власного утримання, і не сплачує нічого, якщо виплати були меншими.

Управління фінансовими потоками як задача динамічного програмування. Детальніше опишемо механізм управління фінансовими потоками, формалізований з допомогою виразів (1)–(6), що дозволить з'ясувати, який з алгоритмів слід використовувати для розв'язання поставленої задачі.

Розглянемо скінчений проміжок планування $[0; T]$, що складається з періодів $(t, t + 1)$, $t = \overline{0, T-1}$ (рис.). У кожен період компанія може бути в одному зі станів, під яким розуміється величина резервного капіталу страхової компанії. Нехай F_t — стан компанії на початок періоду $(t, t + 1)$. У цей момент, залежно від величини капіталу, приймається рішення стосовно частки капіталу, що інвестується в кожен з трьох вибраних активів (p_r^1, p_r^2, p_r^3), і величини власного утримання (S_t). Таким чином, прийняте в момент часу t рішення являє собою впорядковану множину $a_t = \langle S_t, p_r^1, p_r^2, p_r^3 \rangle$, що складається з величини власного утримання (S_t), часток інвестицій у депозити (p_r^1), корпоративні облігації (p_r^2) та в акції (p_r^3). Тоді ж отримуються внески (C_t) і здійснюються страхові виплати (B_t). Одержаний капітал інвестується у вибраному співвідношенні. Оскільки розмір інвестиційного доходу і страхових виплат — величини випадкові, які описуються стохастичними процесами з допомогою формул (4) і (5), то розраховані значення капіталу в кінці кожного періоду — також величина випадкова. Критерієм якості управління (правильності прийнятого рішення) на даному етапі слугує значення цільової функції — $\varphi(F_{t+1})$. Далі в ході управління знову приймається залежно від отриманого значення резерву (F_{t+1}) управлінське рішення, і повторюється процес попереднього етапу.

⁵ Бауерс Н. и др. Актуарная математика: Пер. с англ. / Н. Бауерс, Х. Гербер, Д. Джонс, С. Несбитт, Дж. Хикман; под ред. В.К. Малиновского. — М.: Янус-К, 2001. — С. 393.

Поставлена задача належить до стохастичних моделей динамічного програмування⁶. Оскільки рішення на кожному наступному етапі залежить від поточного стану об'єкта управління, попереднього рішення та реакції на нього зовнішнього економічного середовища, можна стверджувати, що випадковий процес, який протікає в системі, є марківським.

Припустимо, що для поставленої задачі множина можливих рішень є однаковою для кожного етапу і містить L елементів. Позначимо через $A_t = \{a_t^{(1)}, a_t^{(2)}, \dots, a_t^{(L)}\}$ множину всіх можливих рішень у момент часу t , і нехай $\Phi_{t+1}^I = \{F_{t+1}^{(1)}, F_{t+1}^{(2)}, \dots, F_{t+1}^{(k)}, \dots, F_{t+1}^{(K)}\}$ — множина станів, у один з яких унаслідок прийняття рішення $a_t^{(l)}$ система може перейти зі стану F_t з імовірностями, відповідно, $p(F_p, a_p^{(l)} F_{t+1}^{(1)})$, $p(F_p, a_p^{(l)} F_{t+1}^{(2)})$, ..., $p(F_p, a_p^{(l)} F_{t+1}^{(K)})$.

При цьому значення цільової функції також є випадковою величиною і становить $\varphi(F_{t+1}^{(k)})$. Отже, на кожному етапі можна говорити про математичне сподівання цільової функції залежно від прийнятого рішення. Таким чином, задача оптимізації зводиться до визначення керованих величин виходячи з мінімізації математичного сподівання цільової функції.

Для розв'язання поставленої задачі можна використовувати класичні алгоритми динамічного програмування. Зокрема, найбільш поширеними є ітераційні (метод ітерацій за критерієм, метод ітерацій за стратегіями та ін.) та рекурентні (метод зворотної рекурсії) алгоритми. Ці методи досить добре розроблено, і вони дають хороші результати, особливо для детермінованих процесів. Проте задачі з великою кількістю станів і можливих рішень у кожному з них (що і має місце в даній задачі) вимагають значного обсягу обчислень і відповідно багато часу на знаходження оптимальної стратегії.

У нашому випадку розв'язання ускладнюється ще й тим, що ми маємо стохастичний процес. У разі застосування до задач такого типу стандартних методів потрібен розрахунок матриць перехідних імовірностей. Зокрема, кількість можливих станів, в які система може переходити на кожному етапі, ми прийняли рівною 90. Причому вважається, що в кожному стані система може мати одне зі 147 допустимих рішень. Тому, при використанні зазначених вище методів, був би потрібен розрахунок 147 матриць перехідних імовірностей розмірністю 90×90 , що в цілому становить 1 190 700 елементів. До того ж у процесі виконання алгоритму ці матриці багато разів опрацьовуються, що вимагає вагомих затрат машинного часу. Таким чином, використання класичних методів потребує значних затрат як пам'яті для зберігання даних, так і часу на виконання обчислень.

З огляду на це ми використали нові методи розв'язання задач динамічного програмування, що ґрунтуються на адаптивному навчанні. Вони були розроблені

⁶ Теоретичні основи динамічного програмування див.: *Беллман Р.* Динамическое программирование. — М.: Изд-во ин. лит-ры, 1960. — 400 с.; *Калихман И.Л., Войтенко М.А.* Динамическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособ. — М.: Высш. шк., 1979. — 125 с.

на початку 90-х років минулого сторіччя вченими, які працюють у галузі штучного інтелекту (зокрема, К. Ваткінсом, Р. Саттоном, К. Шенноном та іншими). Одним з цих алгоритмів є алгоритм Q -навчання⁷, який і вибрано для розв'язання поставленої задачі. Цей алгоритм засновано на понятті Q -фактора (або ціни дії), тобто сумарної оцінки рішення $a^{(l)}$ у стані $F^{(i)}$ за дотримання вибраної стратегії.

Основна задача алгоритму — отримати оцінку $Q(F^{(i)}, a^{(l)})$ кожного рішення, що може бути прийняте в даному стані. Визначення цієї величини відбувається в процесі імітації таким чином: перебуваючи в стані $F^{(i)}$, система вибирає рішення $a^{(l)}$, під впливом якого може з певними ймовірностями переходити в кожен із можливих станів. Далі здійснюється реалізація рішення a (імітаційний експеримент), метою якого є визначення стану, в який перейде система на наступному етапі. Після того як система досягне деякого стану $F^{(j)}$, обчислюється значення $\varphi(F_t^{(j)})$ цільової функції (реакції системи) при переході із стану $F^{(i)}$ у стан $F^{(j)}$ під впливом обраної дії $a^{(l)}$. Величина $\varphi(F_t^{(j)})$ використовується для оновлення значення $Q(F^{(i)}, a^{(l)})$ — ціни дії $a^{(l)}$ у стані $F^{(i)}$: якщо реакція системи позитивна, Q -фактор збільшується, в разі ж негативної реакції — значення $Q(F^{(i)}, a^{(l)})$ зменшується. Зробивши достатню кількість випробувань для кожної пари $F^{(i)}$ та $a^{(l)}$, одержимо остаточне значення $Q(F^{(i)}, a^{(l)})$. Тоді в стані $F^{(i)}$ оптимальним оголошується те рішення, ціна дії якого є максимальною.

У нашому випадку при використанні описаного алгоритму здійснюються формування та опрацювання лише матриці Q -факторів, яка складається з $90 \times 147 = 13\,230$ елементів, що зменшує, порівняно з класичними методами, затрати пам'яті та часу на обчислення. Перевагами даного алгоритму також є відносна простота реалізації (кодування), відсутність потреби в обчисленні на кожному етапі матриць перехідних імовірностей, можливість використання довільного виду цільової функції.

Реалізація моделі й аналіз одержаних результатів. Поставлену у виразах (1)—(6) задачу розв'язано з використанням описаного вище алгоритму, який реалізовано в інтегрованому середовищі Borland Delphi 7.0.

Розробку стратегії можна здійснювати на коротко-, середньо- чи довгостроковий періоди. Враховуючи нестачу статистичної інформації для довготривалих прогнозів, розрахунки проведено для середньострокового періоду (для п'яти років — з 2008 по 2012).

Як первинні дані використано усереднені значення реальних ставок за депозитами та дохідностей цінних паперів (математичне сподівання дохідностей цих фінансових інструментів та середньоквадратичне відхилення). Для банківських

⁷ Детальний опис алгоритму див.: Gosavi A. Simulation-based Optimization: Parametric Optimization Techniques and Reinforcement Learning. — Kluwer Academic Press. — Boston, MA, 2003. — P. 225—227; Sutton R., Barto A. Reinforcement learning: Introduction. — The MIT Press. — Cambridge, 2005.

депозитів⁸ математичне сподівання дохідності становить 14,53 %, а середньоквадратичне відхилення — 2,03 %, для корпоративних облігацій⁹ — відповідно, 15,21 і 6,27 %, для акцій¹⁰ — 25,7 і 35,1 %. До того ж на вхід програми розрахунку оптимальної стратегії подається актуарна оцінка таких показників страхової компанії на період прогнозування: математичний резерв (накопичені зобов'язання) за договорами, страхові суми та внески за всіма договорами. Для даної страхової компанії взято умовні значення цих показників (табл. 1). У реальних умовах актуарну оцінку страхових резервів, страхових сум і внесків можна здійснювати на основі наявних договорів, з використанням актуарної методики. Як початковий капітал візьмемо резервний капітал компанії на кінець 2007 року, який становить 7895,4 тис. грн; премія за перестраховування дорівнює 0,24 % від страхової суми; нормативний запас платоспроможності, згідно із Законом України “Про страхування”, розраховано множенням величини математичного резерву на 0,05.

Таблиця 1. Актуарна оцінка страхових резервів, страхових сум і внесків на 2008—2012 роки (на кінець року), тис. грн

Показники	2008	2009	2010	2011	2012
Страхові резерви	9499,5	12 170,3	15 375,6	17 256,1	24 325,6
Страхові суми	317 680,0	358 620,0	410 689,0	492 391,0	564 892,0
Внески	4029,2	4115,6	4538,0	4598,3	4674,3

Як результат застосування запропонованої моделі отримаємо розрахункову (при заданих вхідних даних) стратегію — структуру інвестиційного портфеля і величину власного утримання за різних значень резерву (табл. 2). У зв'язку з громіздкістю повного варіанта цієї таблиці наведемо лише її фрагмент для окремих значень резервного капіталу.

Таблиця 2. Склад інвестиційного портфеля і величина власного утримання для різних значень резерву (фрагмент)

Резерв, тис. грн	Величина власного утримання, % до ризикової суми	Частка інвестицій в депозити, %	Частка інвестицій в облігації, %	Частка інвестицій в акції, %
7800	30,00	40,00	30,00	25,00
...
15 000	40,00	50,00	40,00	5,00
15 300	60,00	30,00	35,00	30,00
15 600	50,00	40,00	35,00	20,00
15 900	70,00	25,00	40,00	30,00
16 200	80,00	40,00	30,00	25,00
16 500	50,00	35,00	40,00	20,00
...

⁸ Розраховано на основі середнього арифметичного значення дохідності депозитів для юридичних осіб трьох українських банків. — <http://www.finance.ua>.

⁹ Розраховано на основі дохідності до погашення корпоративних облігацій українських підприємств. — <http://www.kinto.com>.

¹⁰ Розраховано на основі дохідності акцій українських підприємств. — <http://www.kinto.com>.

Дана стратегія реалізується в такий спосіб. Для величини наявного резервного капіталу (7895,4 тис. грн) вибираємо склад інвестиційного портфеля і величину власного утримання з табл. 2. Одержана після здійснення виплат і надходження внесків сума інвестується відповідно до прийнятого рішення. Величини виплат та інвестиційного доходу наперед не відомі, тому значення резерву на кінець року залежить від економічного та демографічного становища. Для прикладу наведемо результат комп'ютерного моделювання можливого варіанта подій (табл. 3, курсивом виділено керовані величини). У цьому випадку дохідності активів і виплати реалізуються як випадкові величини згідно з формулами (4) і (5).

Таблиця 3. Реалізація стратегії

Рік	Резерв на кінець року, тис. грн	Внески, тис. грн	Виплати, тис. грн	Величина власного утримання, %	Премії перестраховику, тис. грн	Частка інвестицій у депозити, %	Частка інвестицій в облігації, %	Частка інвестицій в акції, %
2008	12 158,1	4029,2	223,7	60,0	234,0	30,0	35,0	30,0
2009	15 391,6	4115,6	286,9	60,0	264,0	30,0	35,0	30,0
2010	20 519,7	4538,0	375,1	70,0	227,0	35,0	40,0	20,0
2011	24 872,3	4598,3	497,4	80,0	182,0	50,0	35,0	10,0
2012	28 560,2	4674,3	457,0	40,0	628,0	30,0	35,0	30,0

Проаналізуємо отриманий результат. Як бачимо, спочатку частки інвестицій розподіляються між активами (2008, 2009 роки) приблизно порівну. У разі збільшення величини власного утримання зростає частка інвестицій у низькоризикові активи (депозити та облігації). Передаючи більшу частку в перестраховування (2012 рік) ми дістаємо можливість більше інвестувати в ризикові активи (частка акцій у портфелі зростає на 20 %).

Отже, згідно з одержаною стратегією в 2008 році доцільно 30 % резерву інвестувати в банківські депозити, 35 % — у корпоративні облігації, 30 % — в акції. До того ж 60 % ризикової суми слід залишити на власному утриманні, а 40 % — передати у перестраховування. Премії перестраховику складатимуть 234 тис. грн. При цьому середній резерв у кінці першого року досліджуваного періоду дорівнюватиме 12 158 тис. грн, що на 2658,6 тис. більше від актуарно розрахованого — 9499,5 тис. грн (див. табл. 1). За реалізації отриманої стратегії середній резерв становитиме на кінець даного періоду 28 560,2 тис. грн.

Використовуючи розроблену програму, ми провели досить велику кількість експериментів, у результаті яких встановили, що в кожному випадку середній резерв незначно змінюються. Дана стратегія в основному забезпечує потрібний розрахований рівень резервів. Значення цільової функції (1) для вибраного періоду становить 0,0001957, що свідчить про стабільність компанії в цілому, і тільки в деяких малоймовірних випадках є можливість незначного недофінансування. Отже, запропонована стратегія дозволяє не лише дотримуватися розрахованої величини резервів і уникати недофінансування, а й навпаки — збільшувати резерви.

У даній статті ми розглянули управління компанією зі страхування життя як багатоетапний процес прийняття рішень. Відповідно до цього нами була сформульована задача динамічного програмування для визначення оптимальної інвестиційної стратегії та стратегії перестраховування, причому оптимальна стратегія визначалася не для кожного етапу окремо, а з огляду на весь період управління. Запропонована модель дозволяє комплексно розв'язувати задачу формування інвестиційного портфеля і перестраховування ризиків. З її допомогою можна періодично оцінювати та коригувати вибрану стратегію. Дослідження показали, що в разі збільшення величини резервного капіталу доцільніше вкладати кошти у менш ризикові активи, закріплюючи тим самим стабільність фінансового стану компанії. Вища ризиковість інвестиційного портфеля має компенсуватися переданням ризику в перестраховування.

Перспективними напрямками подальших досліджень є: моделювання інфляційних процесів, урахування більшої кількості активів для інвестування (що, однак, наштовхується на складність отримання статистичних даних), реалізація можливості автоматичного коригування розрахованої стратегії на основі результатів, одержаних за її реального використання (адаптація до наявного середовища).