

**Ю. В. КОНОХОВА**, аспирантка НТУ «ХПИ»

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КАПИТАЛА СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ С УЧЕТОМ ДОХОДА ОТ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕЗЕРВОВ

В статті пропонується модель, що описує процес розміщення страхових резервів з урахуванням інфляції, надійності об'єктів розміщення, а також нормативних обмежень.

В статье предлагается модель размещения страховых резервов с учетом уровня инфляции и надежности объектов размещения.

In the paper the model of insurer's reserves is suggested, taking into account inflation, reliability of objects of investing and normative limitations of investing.

**Введение.** Анализ и оптимизация процессов функционирования страховой компании должен основываться на учете взаимосвязи страхового и инвестиционного видов деятельности страховщика. Непосредственно страховая деятельность направлена на предоставление страхователям страховой защиты. Она включает в себя сбор страховых платежей, формирование страховых резервов и выплату страховых возмещений. Финансовая деятельность страховой компании включает в себя управление средствами компании, и в первую очередь - страховыми резервами. Исследования в области инвестиционной деятельности страховых компаний требуют рассмотрения процесса формирования капитала страховщика с учетом как его страховой, так и финансовой деятельности. Цель настоящей работы состоит в исследовании финансово-инвестиционной деятельности страховщика, а именно, в построении математической модели формирования капитала с учетом дохода от размещения резервов с учетом надежности вложений, инфляции и нормативных ограничений.

**Постановка задачи разработки модели формирования капитала с учетом размещения резервов страховой компании.** Процесс формирования капитала страховщика включает в себя ряд этапов. На первом этапе потоки поступающих страховых платежей аккумулируются в компании, при этом динамика изменения капитала страховой компании может быть описана как:

$$K(T) = SP(T) + K(T-1), \quad (1)$$

где  $SP(T)$  - объем собранных за период страховых премий;

$K(T-1)$  - капитал компании на предыдущем этапе.

Из совокупного потока поступивших страховых платежей компания должна выплатить государственный сбор, зарезервировать сумму,

необходимую для оплаты расходов компании как юридического лица и сформировать страховые резервы и, в первую очередь, резерв незаработанных премий (обязательный) и резерв предупредительных мероприятий, катастроф, колебаний убыточности (необязательный). Объемы резервов рассчитываются согласно «Методике формирования и размещения страховых резервов» [1, 2]. В общем виде весь объем страховых резервов может быть описан как:

$$Rz = SP \cdot (1 - \eta l - \mu l), \quad (2)$$

где  $\eta l$  - доля объема поступлений, выплачиваемая в качестве налогов;

$\mu l$  - доля общего объема поступлений страховых платежей, которая должна быть направлена на обеспечение функционирования компании.

Одной из основных задач страховщика является оптимальное размещение страховых резервов, что позволяет компании значительно снизить плату за страхование и формировать резервы с учетом прибыли от размещения. Снижение платы за страхование в этом случае приводит к повышению спроса на страховые услуги и привлечению страхователей, вследствие чего страховой портфель становится более сбалансированным.

Как известно, вложения любой компании могут носить инвестиционный или спекулятивный характер. Однако в случае размещения резервов в рисковом страховании компания практически не использует собственно инвестирование из-за низкой ликвидности инвестиционного капитала. Естественно предположить, что размещая резервы, финансовые управляющие компании предпочтут спекулятивные вложения, а именно, банковские вклады (депозиты), недвижимое имущество, ценные бумаги, банковские металлы.

Фактически задача размещения резервов сводится к определению долей общего резерва, размещаемых в тот или иной объект инвестирования. Формально это может быть представлено как

$$Rz = \sum_{j=1}^n \Theta_j \cdot Rz, \quad \sum_{j=1}^n \Theta_j = 1, \quad n = 4 \quad (3)$$

где  $\Theta_1$  - доля резервов, размещенных в банковских вкладах (депозитах),

$\Theta_2$  - доля резервов, инвестированных в недвижимость,

$\Theta_3$  - доля резервов, размещенных ценные бумаги предприятий,

$\Theta_4$  - доля резервов, вложенных в покупку банковских металлов.

При принятии решения об объекте размещения резервов сравнивают ожидаемую прибыль от вложений в данный объект, с прибылью от других, альтернативных объектов.

**Модель выбора портфеля размещения страховых резервов.** Как уже указывалось, страховые резервы размещаются в основном в спекулятивные объекты. Расчет прибыли спекулятивных видов вложений проводится теми

же методами, что и при инвестиционном анализе. Одним из наиболее часто используемых показателей, используемых при выборе объекта инвестирования, является показатель  $NPV$  [3]. Однако для каждого из видов вложений существуют свои особенности.

Объем приведенной прибыли от размещения средств на депозитах определяется по формуле:

$$NPV1 = \sum_{j1=1}^{J1} DX_{j1} \cdot \left(1 + \frac{r_{j1} - g}{1 + g}\right) \cdot p_{j1} - \sum_{j1=1}^{J1} DX_{j1}, \quad (4)$$

где  $DX_{j1}$  - сумма, размещенная на депозите  $j1$ ,

$r_{j1}$  - ставка, под которую размещена сумма на депозите  $j1$ ,

$g$  - темп инфляции,

$p_{j1}$  - вероятность того, что выплата по вкладу  $j1$  будет осуществлена.

Будем считать, что выплата осуществляется в том случае, если компания не обанкротится, то есть выплачивает депозиты или дивиденды по акциям. Это предположение вводится с целью увязывания безопасности вложения средств с международными стандартами надежности финансовых учреждений. Поскольку страховщики обязаны размещать свои резервы только в тех учреждениях, которые имеют утвержденный международными агентствами (например, Moody's и Standard & Poor's) рейтинг надежности, то вероятность того, что компания, в которой страховщик разместил резервы, не обанкротится, можно считать априорно заданной [4].

Объем приведенной прибыли от вложения средств в покупку недвижимости равен

$$NPV2 = \sum_{j2=1}^{J2} B_{j2} \cdot (1 - g) + \sum_{j2=1}^{J2} BY_{j2} \cdot \left(\frac{1 - g}{1 + g}\right) - \sum_{j2=1}^{J2} BX_{j2} - \sum_{j2=1}^{J2} \tilde{B}_{j2} \cdot (1 - g_i), \quad (5)$$

где  $B_{j2}$  - доход от использования объекта недвижимости  $j2$ ,

$BY_{j2}$  - сумма, за которую объект  $j2$  может быть продан,

$BX_{j2}$  - сумма, вложенная в покупку объекта недвижимости  $j2$ ,

$\tilde{B}_{j2}$  - сумма, затраченная на обслуживание объекта недвижимости  $j2$ ,

Объем приведенной прибыли от размещения средств в ценные бумаги:

$$NPV3 = \sum_{j3=1}^{J3} A_{j3} \cdot (1 - g) \cdot p_{j3} - \sum_{j3=1}^{J3} AX_{j3} + \sum_{j3=1}^{J3} AY_{j3} \cdot \frac{1 - g}{1 + g} \quad (6)$$

где  $A_{j3}$  - дивиденды по пакету ценных бумаг  $j3$ ,

$p_{j3}$  - вероятность того, что выплата по пакету ценных бумаг  $j3$  будет осуществлена,

$AX_{j3}$  - стоимость пакета ценных бумаг  $j3$ ,

$AY_{j3}$  - стоимость, по которой пакет  $j3$  может быть реализован.

Сумма приведенной прибыли от вложения средств в банковские металлы:

$$NPV4 = \sum_{j4=1}^{J4} CY_{j4} \cdot \frac{1 - g}{1 + g} - \sum_{j4=1}^{J4} CX_{j4}, \quad (7)$$

где  $CY_{j4}$  - стоимость продажи банковских металлов  $j4$ ,

$CX_{j4}$  - стоимость покупки банковских металлов  $j4$ .

Таким образом, получив значения объема приведенной прибыли от вложения средств, руководство компании может принять решение о том, как наилучшим образом разместить страховые резервы. Фактически, решение о структуре размещения резервов сводится к нахождению такого соотношения долей размещения ( $\Theta_j$ ), которое бы максимизировало сумму  $NPV$ :

$$NPV = \sum_{j=1}^n NPVj \cdot \Theta_j \rightarrow \max \quad (8)$$

Помимо прибыли от размещения резервов существуют и нормативные ограничения [2, 5]. Ограничения эти заданы в виде граничных значений долей всего объема резервов, размещаемых в каждое из направлений. Для разрабатываемой модели данную информацию можно представить в виде вектора  $\Theta$ , где  $\Theta1$  - доля резервов, размещенных в банковских вкладах (депозитах),  $\Theta1 \leq 0,7$ ,  $\Theta2$  - доля резервов, инвестированных в недвижимость,  $\Theta2 \leq 0,2$ ,  $\Theta3$  - доля резервов, размещенных ценные бумаги предприятий,  $\Theta3 \leq 0,4$ ,  $\Theta4$  - доля резервов, вложенных в покупку банковских металлов,  $\Theta4 \leq 0,1$ .

Для недопущения чрезмерного риска в системе страхования с целью защиты интересов страхователей и поддержания способности страховых организаций в любой момент обеспечить выплату по своим обязательствам устанавливается следующий норматив ликвидности [5,6]:

$$NL\alpha = \frac{\Theta1 \cdot Rz + \Theta3 \cdot Rz + \alpha \cdot Rz}{Rz}, \quad NL\alpha \geq 0,2 \quad (9)$$

где  $Rz$  - сумма сформированных страховых резервов,

$\alpha$  - доля наличных средств на текущем счете и остаток в кассе. Устанавливается для каждого предприятия отдельно [6].

Таким образом, задача формирования портфеля размещения страховых резервов сводится к задаче нахождения максимума целевой функции (8) при наличии системы ограничений и решается методами линейного программирования.

Окончательно капитал компании с учетом дохода от размещения страховых резервов определяется разностным уравнением:

$$K(T) = \sum_{j=1}^J Rz(T-1) \cdot \Theta_j \cdot (1 + d_j) \cdot (1 - g) + K(T-1), \quad (10)$$

где  $K(T-1)$  - капитал компании в период  $(T-1)$ ;

$Rz(T-1)$  - объем страховых резервов, сформированных в периоде  $(T-1)$ ,

$\Theta_j$  - доля размещения страховых резервов в периоде  $(T-1)$  в объект  $j$ ,

$d_j$  - доходность объекта вложения резервов  $j$  в периоде  $(T-1)$ ,

$g$  - темп инфляции в период  $(T-1)$ .

**Выводы.** Таким образом, в статье были описаны и проанализированы финансовые потоки, возникающие в процессе формирования капитала страховой компании, а также при распределении этого капитала. Кроме того, эти потоки были формализованы, и получено уравнение модели динамики изменения капитала страховщика с учетом доходов от вложения резервов. Анализ полученной модели с учетом факторов неопределенности позволит оценить доходность и риск вложения резервов и сформировать оптимальную стратегию их размещения с учетом существующих нормативных ограничений.

**Список литературы:** 1. Закон України "Про страхування" (85/96-ВР). 2. "Правила формування, обліку та розміщення страхових резервів за видами страхування, іншими, ніж страхування життя" затверджені розпорядженням Держфінпослуг від 17.12.2004 N 3104. 3. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж., ИНВЕСТИЦИИ, пер.с англ.- М.: ИНФРА-М, 2001-ХІІ, 1028с. 4. Малыгин В., Смородинская Н. Рейтинговая индустрия и международные рейтинговые агентства. – Банковские услуги. 1998, № 4. 5. Положения "Про критерії та нормативи достатності капіталу, диверсифікованості та якості активів страховика" затверджені розпорядженням Держфінпослуг N 1378 від 04.08.2008 р. 6. Положения про ведення касових операцій в національній валюті України, затверджене Постановою Правління НБУ від 15.12.2004 р. № 637.

*Поступила в редколлегию 27.02. 09*

*А.А. КЛИМЕНКО*, аспирант НТУ «ХПИ»,  
*Л.Г. РАСКИН*, д-р. техн. наук профессор НТУ «ХПИ»

### **ПРОБЛЕМА «ЛЕЧЕНИЯ ОСОБЕЙ-ИНВАЛИДОВ» ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОПУЛЯЦИЙ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ**

Рассмотрен возможный негативный результат операции скрещивания при формировании популяции в генетическом алгоритме. Предложена простая процедура «лечения особей-инвалидов». Приведен пример, иллюстрирующий методы «лечения».

Розглянуто ймовірний негативний результат операцій схрещування при формуванні популяцій в генетичному алгоритмі. Запропонована проста процедура «лікування особин-інвалідів». Наведений приклад, який ілюструє методи «лікування».

The possible negative result of forming crossing operation of populace is considered in a genetic algorithm. The simple procedure of «treatment of individuals-invalids» is offered. An example, illustrating the methods of «treatment», is resulted.

**Введение.** Большое число проблем экономики, техники, социологии, медицины и др., сводится к однотипной математической задаче отыскания экстремума функции многих переменных, с учетом большого числа ограничений. Совокупность этих задач образует специфический класс математического программирования. Отыскание решения многих из этих задач сводится к комбинаторному перебору возможных вариантов. Предложенные Холландом [1] генетические алгоритмы – современный и эффективный инструмент решения переборных задач или задач, к ним сводящихся. Генетический алгоритм реализует специфическую процедуру отыскания наилучшего решения, которая во многом аналогична эволюции живых организмов в природе. Работа генетического алгоритма начинается с формирования множества допустимых вариантов решений задачи (в терминах, введенных Холландом, каждый вариант решения называется особью, а их множество – популяцией). В дальнейшем осуществляется многократное итерационное повторение следующих операций:

- проверяется критерий останова;
- анализируются созданные на предыдущей итерации варианты решения задачи, и осуществляется отбор заданного числа лучших;
- лучшие особи предыдущей популяции используются для формирования новой популяции.

Быстродействие генетического алгоритма в существенной степени зависит от эффективности процедуры формирования особей при образовании популяции на каждом шаге работы алгоритма. Дело в следующем. Каждая особь в новой популяции является результатом воздействия специфических