

# МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НЕДЕРЖАВНОГО ПЕНСІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У НЕОДНОРІДНОМУ ПЕНСІЙНОМУ СОЦІУМІ

**ДАНІЧ В. М.**

доктор економічних наук

**ЛУГАНСЬК**

**ЯКИМОВА Л. П.**

кандидат економічних наук

**АЛЧЕВСЬК**

Сучасна система пенсійного забезпечення є одним із найсерйозніших чинників напруженості у суспільстві: незадоволені і пенсіонери, і працівники, і роботодавці. Закономірно постає питання про причини та способи подолання цієї проблеми. Причина – нездатність солідарної пенсійної системи забезпечувати заявлені соціальні гарантії у суспільстві, де на 10 зайнятих приходиться 7 пенсіонерів. Спосіб подолання, як свідчить світовий досвід, – розумний компроміс між державною та приватною пенсіями у рамках збалансованої багаторівневої системи. Формування системи недержавного пенсійного забезпечення (НПЗ) в Україні розпочалося 1 січня 2004 року. Але згідно опитування 2010 року [1] 76% українців вважають, що основним джерелом їх доходу після виходу на пенсію буде державна пенсія і лише 3% – недержавна пенсія. Тому зусилля фахівців необхідно зосередити на дослідженні процесу розповсюдження НПЗ, визначенні чинників його прискорення, формуванні державної політики щодо зміни суспільної думки. Процес формування нової пенсійної ідеології – самостійного накопичення на старість через інститути НПЗ – це складний довготривалий масовий процес. Ефективним інструментарієм вивчення розповсюдження інновацій та інформації є моделі масових лавиноподібних процесів (епідемій, азіотажу) [2]. Потрібно зауважити, що класична модель епідемії, так звана SIR-модель, була запропонована В. Кермаком і А. МакКендриком для дослідження розповсюдження соціально значущих хвороб [3]. У подальшому модель дістала модифікації та поширення на соціально-економічні процеси, такі як, ринкова, біржова, валютна паніки, розповсюдження моди, інновацій [2], розповсюдження інформації у соціальній мережі [2, 5], поведінка інвесторів [6], колективна соціальна динаміка індивідуальних пожертвувань [7] тощо.

**Метою статті** є розробка математичних моделей динаміки розповсюдження недержавного пенсійного забезпечення як ланцюгового процесу у пенсійному соціумі, неоднорідному за соціально-психологічним та ролєвим складом.

Побудова адекватних моделей еволюційної динаміки систем пенсійного забезпечення передбачає розподіл пенсійного соціуму на групи (стратифікацію) за властивостями та станом суб'єктів. Для цього скористаємося підходом до розподілу, викладеним у [2, 4].

Перш за все розіб'ємо пенсійний соціум (населення старше 15-ти років [8] чисельністю  $N(t)$  у момент  $t$ ) за ступенем участі у системі НПЗ на три групи. Перша група поєднує осіб, які є сприйнятливими до ідеї НПЗ, тобто схильними до самостійного забезпечення старості через інститути НПЗ, але не є учасниками системи. Кількість таких потенційних учасників у момент  $t$  позначатимемо через  $S(t)$ . Друга група – особи, які є дійсними учасниками системи НПЗ, це розповсюджувачі ідеї НПЗ, їх кількість у момент  $t$  –  $I(t)$ . Третя група – особи, несприйнятливі до ідеї самостійного забезпечення старості через інститути НПЗ, переконані її супротивники. Їх кількість у момент  $t$  –  $R(t)$ . Розбиття пенсійного соціуму на підмножини-групи за ступенем участі у системі НПЗ задає множина значень класифікаційної змінної  $X^1 = \{\text{потенційний учасник НПЗ } (S); \text{дійсний учасник НПЗ } (I); \text{несприйнятливий до ідеї НПЗ } (R)\}$ .

Але сукупності учасників системи НПЗ, як дійсних, так і потенційних, неоднорідні. Перш за все, це стосується інституціональної неоднорідності пенсійного соціуму, оскільки Законом України «Про недержавне пенсійне забезпечення» визначено, що суб'єктами НПЗ є: недержавні пенсійні фонди (НПФ); страхові організації, що уклали договори страхування довільної пенсії, ризику інвалідності або смерті (лайфові СК); банківські установи, що уклали договори про відкриття пенсійних депозитних рахунків; вкладники і учасники НПФ; вкладники пенсійних депозитних рахунків; фізичні та юридичні особи, що уклали зазначені договори страхування. Тому введено розбиття сукупності суб'єктів НПЗ за видами фінансових інститутів:  $X^2 = \{\text{НПФ}; \text{лайфова СК}; \text{банк}\}$ .

Разом з тим, ступінь участі у системі НПЗ, ймовірності міжгрупових переходів залежать від соціально-вікової приналежності індивідуумів, що зумовлює розбиття соціуму на категорії: за віком  $X^3 = \{15-24; 25-39; 40-54; 55+\}$  (як це прийнято у пенсійному моніторингу [9]), за рівнем освіти  $X^4 = \{\text{початкова}; \text{середня}; \text{повна середня}; \text{вища/незакінчена вища}\}$  (як це здійснюється у соціальних дослідженнях [1]), за соціальним статусом  $X^5 = \{\text{державний службовець}; \text{наймач}; \text{найманий робітник}; \text{самостійний працівник}; \text{не розподілені за статусом}\}$  (у відповідності до [10]). Звісно, наймачі та наймані робітники великого, середнього та малого бізнесу відрізняються за своєю пенсійною поведінкою, тому при необхідності це враховується.

На етапі формування нової пенсійної ідеології щодо самостійного забезпечення старості важливу роль відіграють психологічні характеристики індивідуумів: ступінь сприйнятливості (навіюваності) агітованих та сила дії (впливу) агітаторів. Спираючись на дослідження [2,4] визначимо два розбиття за рівнем сприйнятливості  $X^6 = \{\text{слабо сприйнятливий; середньо сприйнятливий; сильно сприйнятливий}\}$  та рівнем впливу  $X^7 = \{\text{слабо впливає; середньо впливає; сильно впливає}\}$ . Потрібно зазначити, що у подальшому, коли перехідний процес завершиться, самостійне забезпечення старості через інститути НПЗ прийме масовий сталий характер, питання переконання, напевно, будуть зняті.

Наступне розбиття стосується активності дій прихильників та супротивників НПЗ на суб'єктів соціуму. Очевидно, можна виділити активних суб'єктів – агентів і контрагентів, відповідно, а також неактивних або нейтральних. Отже, розбиття за рольовим складом:  $X^8 = \{\text{агенти; контрагенти; нейтральні}\}$ . Проте рівні сприйнятливості інформації, що надходить від агента – звичайного учасника системи, та агента – фінансового консультанта у загальному випадку не рівні. Це ж стосується і рівнів впливу професійних та непрофесійних контрагентів. Тому виникає необхідність розбиття соціуму за професійністю  $X^9 = \{\text{професіонал з НПЗ; не професіонал з НПЗ}\}$ .

**Р**озглянемо сутність моделювання динаміки розповсюдження НПЗ з урахуванням неоднорідності пенсійного соціуму за соціально-психологічним та рольовим складом. Процес розповсюдження НПЗ має наступний механізм. Індивідуум (потенційний учасник системи) під впливом дійсних учасників системи НПЗ із свого оточення (кола спілкування), а також її професійних агентів (фінансових консультантів, ЗМП) приймає рішення про вступ до системи. Разом з тим, на індивідуума впливають контрагенти системи: переконані супротивники НПЗ із оточення та професійні контрагенти, які здійснюють протидію залученню індивідуума до системи. Між моментами прийняття рішення про вступ та остаточного підпису контракту проходить час, за який індивідуум може відкласти вступ до системи на деякий час або остаточно від нього відмовитися.

Для моделювання зазначеного процесу введемо

позначення:  $A = \sum_{i=1}^{n1} A_i$  – подія, що полягає у прийнятті рішення вступити до системи НПЗ потенційного її учасника внаслідок одночасної дії декількох агентів  $A$  системи НПЗ за відсутності контрагентів

системи;  $B = \sum_{j=1}^{n2} B_j$  – подія, що полягає у відмові від вступу до системи НПЗ потенційного її учасника внаслідок одночасної дії декількох контрагентів  $B_j$  системи НПЗ за відсутності агентів системи. Ймовірності цих подій, згідно [2, 4], визначено як такі добутки:

$$P(A) = \sigma_a \cdot \phi_a, \quad P(B) = \sigma_c \cdot \phi_c, \quad (1)$$

де  $\sigma_a$  ( $\sigma_c$ ) – рівень сприйнятливості індивідуумом інформації, що надходить від агента (контрагента);

$\phi_a$  ( $\phi_c$ ) – рівень впливу агента (контрагента) на індивідуума.

Якщо на індивідуума (потенційного учасника) одночасно впливають і агенти, і контрагенти НПЗ, то ймовірність його вступу до системи є ймовірність події  $A \cdot B$ . Припустимо, що на кожного індивідуума впливає його оточення, а професійні агенти і контрагенти впливають не на кожного. Отже, ймовірності вступу індивідуума до системи НПЗ у момент  $t$ , за умови відсутності синергії (незалежності впливу агентів):

– лише під впливом оточення:

$$p_{SI}^1(t) = \left[ 1 - (1 - \sigma_a \phi_a)^{\frac{r \cdot I(t)}{N(t)-1}} \right] \cdot (1 - \sigma_c \phi_c)^{\frac{r \cdot R(t)}{N(t)-1}}; \quad (2)$$

– під впливом оточення та професійних агентів системи:

$$p_{SI}^2(t) = \left[ 1 - (1 - \sigma_a \phi_a)^{\frac{r \cdot I(t)}{N(t)-1}} \cdot (1 - \sigma_{p.a.} \phi_{p.a.}) \right] \times (1 - \sigma_c \phi_c)^{\frac{r \cdot R(t)}{N(t)-1}}; \quad (3)$$

– під впливом оточення та професійних контрагентів системи:

$$p_{SI}^3(t) = \left[ 1 - (1 - \sigma_a \phi_a)^{\frac{r \cdot I(t)}{N(t)-1}} \right] \times (1 - \sigma_c \phi_c)^{\frac{r \cdot R(t)}{N(t)-1}} \cdot (1 - \sigma_{p.c.} \phi_{p.c.}); \quad (4)$$

– під впливом оточення, професійних агентів та контрагентів системи:

$$p_{SI}^4(t) = \left[ 1 - (1 - \sigma_a \phi_a)^{\frac{r \cdot I(t)}{N(t)-1}} \cdot (1 - \sigma_{p.a.} \phi_{p.a.}) \right] \times (1 - \sigma_c \phi_c)^{\frac{r \cdot R(t)}{N(t)-1}} \cdot (1 - \sigma_{p.c.} \phi_{p.c.}). \quad (5)$$

Аналогічно, виходячи зі змісту подій  $A$  і  $B$ , визначаються ймовірності  $p_{SS}^i = P(\bar{A} \cdot B)$  залишитися у сукупності потенційних учасників, а ймовірності остаточної відмови від ідеї НПЗ визначаються як різниці  $p_{SR}^i = 1 - p_{SI}^i - p_{SS}^i$ .

Що стосується виходу дійсних учасників із системи, тут можливі два переходи  $I \rightarrow S$  та  $I \rightarrow R$  й обидва за фінансових причин (рештою причин при моделюванні можна нехтувати). Як свідчить практика, неостаточна відмова від ідеї НПЗ можлива за умови неплатоспроможності, нездатності інституту НПЗ змінити умови участі на більш прийнятні та неспроможності фінансових консультантів, переконати особу залишитися. А остаточна – ще й за умови переконання учасника контрагентами у недоцільності накопичення коштів на старість через інститути НПЗ. Виходячи з цього, визначаються ймовірності переходів дійсного учасника до сукупності потенційних та несприятливих осіб:

$$p_{IS}(t) = (1 - \gamma \cdot \eta) \cdot (1 - \sigma'_{p.a.} \cdot \phi_{p.a.}), \quad (6)$$

$$p_{IR}(t) = \left[ 1 - (1 - \sigma_c^I \cdot \phi_c)^{\frac{r \cdot R(t)}{N(t)-1}} \cdot (1 - \sigma_{p.c.}^I \cdot \phi_{p.c.}) \cdot (\gamma \cdot \eta) \right] \times (1 - \sigma_{p.a.}^I \cdot \phi_{p.a.}) \quad (7)$$

де  $\gamma$  – рівень платоспроможності учасника системи;  $\eta$  – рівень здатності інституту НПЗ створити прийнятні умови (рівень гнучкості);  $\sigma_{p.a.}^I$  – рівень сприйнятливості учасником системи інформації професійного агента.

Отже, позначаючи частки суб'єктів пенсійного соціуму, на яких в момент  $t$ : не впливають ні професійні агенти, ні професійні контрагенти –  $V^1(t)$ ; впливають лише професійні агенти –  $V^2(t)$ ; впливають лише професійні контрагенти –  $V^3(t)$ ; впливають і професійні агенти, і професійні контрагенти –  $V^4(t)$ , отримаємо моделі динаміки розповсюдження НПЗ, що враховують неоднорідність пенсійного соціуму за соціально-психологічним та рольовим складом, у безперервній та дискретній формах:

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = -S(t) \cdot \left[ \sum_{i=1}^4 V^i(t) p_{SI}^i(t) + \sum_{i=1}^4 V^i(t) p_{SR}^i(t) \right] + \\ + I(t) \cdot p_{IS}(t) + R(t) \cdot \sum_{i=1}^4 V^i(t) p_{RS}^i(t); \\ \frac{dI(t)}{dt} = S(t) \cdot \sum_{i=1}^4 V^i(t) p_{SI}^i(t) - I(t) \cdot (p_{IS}(t) + p_{IR}(t)); \\ \frac{dR(t)}{dt} = \frac{dN(t)}{dt} - \frac{dS(t)}{dt} - \frac{dI(t)}{dt}. \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} S_{t+1} = S_t \cdot \left[ 1 - \sum_{i=1}^4 V_t^i p_{SI}^i - \sum_{i=1}^4 V_t^i p_{SR}^i \right] + I_t \cdot p_{IS} + \\ + R_t \cdot \sum_{i=1}^4 V_t^i p_{RS}^i; \\ I_{t+1} = S_t \cdot \sum_{i=1}^4 V_t^i p_{SI}^i + I_t \cdot [1 - p_{IS} - p_{IR}]; \\ R_{t+1} = N_{t+1} - S_{t+1} - I_{t+1}, \end{cases} \quad (9)$$

де  $S_0, I_0, R_0, N_0$  – відомі початкові значення.

Таким чином, у роботі на підставі запропонованих розбиттів пенсійного соціуму на групи з визначеними наборами властивостей розроблено прогнозно-аналітичні моделі динаміки розповсюдження НПЗ, що враховують неоднорідність пенсійного соціуму за соціально-психологічним та рольовим складом. Зауважимо, що роботи [2, 4] доступні за адресою <http://www.snu.edu.ua/index.php?mode=630>. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пенсійна реформа в Україні: дослідження суспільної думки 2010 [Електронний ресурс]: Проект розвитку ринків капіталу. – Режим доступу: [www.finrep.kiev.ua/download/pension\\_survey\\_22jul2010\\_ua.pdf](http://www.finrep.kiev.ua/download/pension_survey_22jul2010_ua.pdf)

2. Данич В. Н. Моделирование быстрых социально-экономических процессов [Текст]: монография / В. Н. Данич. – Луганск: Изд-во Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, 2004. – 304 с.

3. Kermack W. O., McKendrick A. G. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics // Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Vol. 115. – 1927. – P. 700-721.

4. Данич В. Н. Модели паники в социуме с неоднородным социально-психологическим и ролевым составом участников [Текст] / В. Н. Данич // Економічна кібернетика. Міжнародний науковий журнал. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2003, №1–2. – С. 40-50.

5. Губанов Д. А. Модели влияния в социальных сетях [Текст] / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили // Управление большими системами. – 2009. – Вып. 27. – С. 205–281.

6. Shive S. An Epidemic Model of Investor Behavior: Journal of Financial and Quantitative Analysis. – 2010. – № 45. – P. 169-198.

7. Schweitzer F, Mach R. The Epidemics of Donations: Logistic Growth and Power-Laws [Електронний ресурс]: PLoS ONE. – 2008 – №3(1). – Режим доступу: <http://www.plosone.org/article>

8. Данич В. Н., Якимова Л. П. Моделирование эволюционной динамики пенсионного социума // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Економічна серія. №869. – Харків: Вид. ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. – с. 153 – 161.

9. Моніторинг системи недержавного пенсійного забезпечення станом в I півріччі 2005 року [Електронний ресурс]: Державна комісія з регулювання ринків фінансових послуг України. – Режим доступу: <http://www.dfp.gov.ua/732.html>.

10. Статистический словарь / Гл. ред. М. А. Колевалев. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 623 с.