

DOI : 10.33274/2079-4762-2021-50-2-25-29

JEL: C59, G23

УДК 332.13: 330.13

Лохман Н. В.,
д-р екон. наук,
доцент

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна,
e-mail: lokhman@donnuet.edu.ua

Берідзе Т. М.,
д-р екон. наук,
доцент

Криворізький національний університет,
вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, Україна
e-mail: beridzet2016@gmail.com

Бараник З. П.,
д-р екон. наук,
професор

Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана м. Київ, Україна
e-mail: baranikz@ukr.net

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ НЕДЕРЖАВНИХ ПЕНСІЙНИХ ФОНДІВ

UDK 332.13: 330.13

Lokhman N. V.,
Grand PhD of Economic Sciences,
Associate Professor
Beridze T. M.,
Grand PhD of Economic Sciences,
Associate Professor
Baranik Z. P.,
Grand PhD of Economic Sciences,
Professor

Mykhailo Tuhan-Baranovskyi Donetsk National University
of Economics and Trade, Kryvyi Rih, Ukraine,
e-mail: lokhman@donnuet.edu.ua
Kryvyi Rih National University,
Kryvyi Rih, Ukraine,
e-mail: beridzet2016@gmail.com
Kyiv National Economics University
named after Vadym Hetman, Kiev, Ukraine,
e-mail: baranikz@ukr.net

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF NON-STATE PENSION FUNDS FUNCTIONING

Мета. Побудова економіко-математичної моделі функціонування недержавних пенсійних фондів України задля прийняття оптимальних кількісних рішень в процесі їх діяльності.

Методи. В статті досліджено та розглянуто побудову економіко-математичної моделі функціонування недержавних пенсійних фондів з метою прийняття оптимальних кількісних рішень в процесі їх діяльності. Проведено аналіз побудованої моделі функціонування недержавного пенсійного фонду як економічного об'єкта. Доведена можливість вибору лінійної динамічної неперервної детермінованої структури його моделі. Визначена доцільність застосування економіко-математичного моделювання як одного з ефективних методів дослідження діяльності недержавного пенсійного фонду. Використання сучасних економіко-математичних методів і моделей дозволить в повній мірі провести аналіз функціонування недержавних пенсійних фондів та визначити напрями прийняття оптимальних кількісних рішень в процесі їх діяльності.

Результати. Проаналізовано економіко-математичну модель діяльності недержавного пенсійного фонду як складного економічного об'єкта. Доведена можливість вибору лінійної динамічної неперервної детермінованої структури його моделі. Визначена доцільність застосування економіко-математичного моделювання як одного з ефективних методів дослідження діяльності недержавного пенсійного фонду. Зазначено, що приймаючи те чи інше рішення, не можна виходити просто з аналізу позитивного впливу на подальший розвиток недержавного пенсійного забезпечення. При побудові моделі недержавного пенсійного фонду акцентовано увагу на особливий випадок, коли вхід є скалярною величиною, тобто є тільки одне джерело фінансування.

Ключові слова: недержавний пенсійний фонд, модель, аналіз, економічний об'єкт.

Постановка проблеми. Проведення ринкових реформ в Україні поставило з усією гостротою необхідність вирішення цілого ланцюжка

питань, пов'язаних з пенсійним забезпеченням своїх громадян. Пенсійна система, створена ще за часів СРСР, не могла вирішити

поставлені питання щодо персонального накопичення пенсійних заощаджень громадян, оскільки не відповідала трансформаційним процесам, що відбуваються в країні. Наукові доробки щодо аналізу та прогнозу пенсійного забезпечення з особою гостротою підтвердили актуальність дослідження означеної проблеми. Разом з тим, на теперішній час науковці публікації не в повній мірі відображають можливі підходи з застосуванням сучасних модельних методів. Використання сучасних економіко-математичних методів і моделей дозволить в повній мірі провести аналіз функціонування недержавних пенсійних фондів та визначити напрями прийняття оптимальних кількісних рішень в процесі їх діяльності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Реформування пенсійного забезпечення на часі привертає увагу науковців. Так, дослідження І. О. Ткаліч [1], присвячені аналізу зарубіжний досвід правового статусу недержавних пенсійних фондів. Вчені Григорук Н.П., Вальчук О.П. дослідили застосування інструментарію економіко-математичного моделювання в процесах формування тенденцій системи пенсійного забезпечення. Виділені підходи до процесів моделювання пенсійного забезпечення [2]. Серед наукових доробок щодо економіко-математичного моделювання пенсійного забезпечення в Україні, на нашу думку, слід зазначити публікації вчених Бредюк В.І. Джоші [3], Якимової Л.П. [4, 5], Н. В. Ткаченко, О.В. Шабанової [6], А. Якимів [7] в яких докладно досліджено питання економіко-математичного моделювання динаміки та трендів розвитку пенсійної системи України. Зарубіжний досвід реформування пенсійного забезпечення представлено науковцями Н. Бар та П. Діамонд [8]

Мета статті. Побудова економіко-математичної моделі функціонування недержавних пенсійних фондів України задля прийняття оптимальних кількісних рішень в процесі їх діяльності на засадах лінійної динамічної неперервної детермінованої структури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пошук раціональних рішень, які дадуть можливість стимулювати створення ефективної пенсійної системи, вказав на доцільність створення недержавних пенсійних систем. На цьому етапі в пенсійну систему включаються недержавні пенсійні фонди (НПФ). Як зазначено в дослідженнях [9], НПФ є неадекватними

ними організаціями, метою створення яких є збір пенсійних внесків, інвестування коштів і виплати додаткових пенсій. Головний критерій благополуччя НПФ — прибутковість, яка покриває рівень інфляції, і відсутність дефіциту пенсійних резервів.

Приймаючи те чи інше рішення, не можна спиратись просто на перелічені критерії, як такі, що здійснюють позитивний вплив на подальший розвиток НПФ. Повинна бути впевненість, що рішення щодо їх діяльності в умовах, які склалися є найкращим серед усіх можливих. А це призводить до необхідності застосування економіко-математичного моделювання як одного з ефективних методів дослідження складних економічних процесів [10].

Аналіз НПФ як економічного об'єкта вказує на можливість вибору лінійної динамічної неперервної детермінованої структури його моделі [11]. Для аналітичної записи обраної структури моделі функціонування НПФ необхідно ввести позначення.

Нехай є L учасників, які вносять фінансові кошти для діяльності НПФ, позначених номерами. $1, 2, \dots, L$. Позначимо $x_i(t)$ величину фінансових коштів, яка вноситься i — учасником в момент часу t . Далі, позначимо

a_i — частку $x_i(t)$, яка використовується для інвестування,

b_{ni} — частка коштів i -ого учасника, інвестованих в активи n -ого виду,

c_n — частка прибутку від коштів, інвестованих в активи n -ого виду.

Передбачається, що число напрямків розміщення фінансових коштів дорівнює N і позначено номерами $1, 2, \dots, N$. Інвестиційний дохід НПФ в момент часу t позначається $y(t)$. З урахуванням прийнятих позначень інвестиційний дохід НПФ може бути записаний у вигляді:

$$y(t) = \sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^N a_l b_{nl} c_n x_l(t - \tau_l), \quad (1)$$

де τ_l — час запізнювання між внесенням фінансових коштів l — учасником і часом отримання доходу.

Для повного формулювання економіко-математичної моделі НПФ необхідно вказати обмеження. Очевидно, що повинні бути виконані вимоги

$$\sum_{n=1}^N b_{nl} = 1,$$

$$0 \leq b_{nl} \leq 1, \quad (n = 1, \dots, N; l = 1, 2, \dots, L) \quad (2)$$

Умови (2) вказують на те, що всі інвестовані кошти l -ого учасника розміщені за вказаними напрямками. Крім того, обмеження повинні також бути спрямовані на зменшення можливих ризиків, пов'язаних з банкрутством НПФ, і задаються зазначенням нормативів інвестування пенсійних коштів в активи, визначені законом. В результаті отримуємо систему нерівностей.

$$\sum_{l=1}^L a_l b_{nl} x_l(t - \tau_l) \leq r_n, \quad (n = 1, \dots, N) \quad (3)$$

де r_n — обмеження на величини n -их активів, в які інвестуються пенсійні кошти.

І, нарешті, повинні виконуватися умови:

$$0 \leq a_l \leq g_l, \quad l = 1, 2, \dots, L, \quad (4)$$

де g_l — обмеження, пов'язані з виділенням фінансових засобів на інвестиції для l -ого джерела фінансування.

Таким чином, формула (1) з урахуванням умов (2), (3) і (4) визначає економіко-математичну модель діяльності НПФ.

Якщо має місце випадок, коли частка інвестованих коштів в n -і активи не залежить від виду цих коштів, а тільки від їх суми, то економіко-математичну модель НПФ (1)–(4) можна спростити. Для цього поміняємо в (1) порядок підсумовування.

$$\sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^N a_l b_{nl} c_n x_l(t - \tau_l) = \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L a_l x_l(t - \tau_l) b_{nl} c_n.$$

Далі, доцільно ввести позначення:

$$d_n = \sum_{l=1}^L a_l x_l(t - \tau_l) b_{nl}, \quad (5)$$

Враховуючи (5), можна записати:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L a_l x_l(t - \tau_l) b_{nl} = \sum_{n=1}^N d_n.$$

В результаті, згідно (5), отримаємо

$$\sum_{n=1}^N d_n = u, \quad (6)$$

де $u = \sum_{l=1}^L a_l x_l(t - \tau_l)$.

В цьому випадку економіко-математична модель НПФ набуде вигляду:

$$y(t) = \sum_{n=1}^N d_n c_n, \quad (7)$$

$$0 \leq d_n \leq r_n \quad (n = 1, 2, \dots, N). \quad (8)$$

Особливий випадок являє собою НПФ, у якого вхід є скалярною величиною, тобто є тільки одне джерело фінансування. У цьому випадку прибутковість НПФ представиться у вигляді:

$$y(t) = ax(t - \tau) \sum_{n=1}^N b_n c_n, \quad (9)$$

де a — частка фінансових коштів НПФ, що йдуть на інвестування,

b_n — частка вкладень в n -і активи,

c_n — частка, яка оцінює прибуток від вкладень в n -і активи.

У свою чергу, обмеження, що накладаються на змінні, запишуться так:

$$a \leq g \quad (10)$$

$$\sum_{n=1}^N b_n = 1, \quad (11)$$

$$0 \leq b_n \leq s_n, \quad (12)$$

де s_n — обмеження на величину вкладень пенсійних коштів в n -і активи.

Формула (9) і умови (10), (11), (12) визначають економіко-математичну модель в даному випадку.

Для більш глибокого розуміння результатів економіко-математичного моделювання НПФ за доцільне скористатися засобами графічного представлення. Для наочності виберемо НПФ з двома джерелами фінансових коштів, наприклад, пенсійні кошти та кошти засновників. У свою чергу, ці кошти розміщуються в трьох напрямках, наприклад, в банківські вклади, нерухомість і державні цінні папери України. На рис. 1, показана логічна схема функціонування НПФ в поданні «вхід-вихід».

На вхід НПФ надходять фінансові кошти з двох джерел фінансування, а саме,

$$x_1(t - \tau_1) \text{ і } x_2(t - \tau_2).$$

Далі, частини цих коштів в частках a_1 і a_2 , відповідно, виділяються на інвестиції, які позначені блоками A_1 і A_2 . З цих блоків в заданих частках фінансові кошти вкладаються в активи, які позначені блоками B_1 , B_2 , B_3 . З блоку A_1 кошти спрямовуються в активи трьох напрямків в частках b_{11} , b_{21} і b_{31} , відповідно.

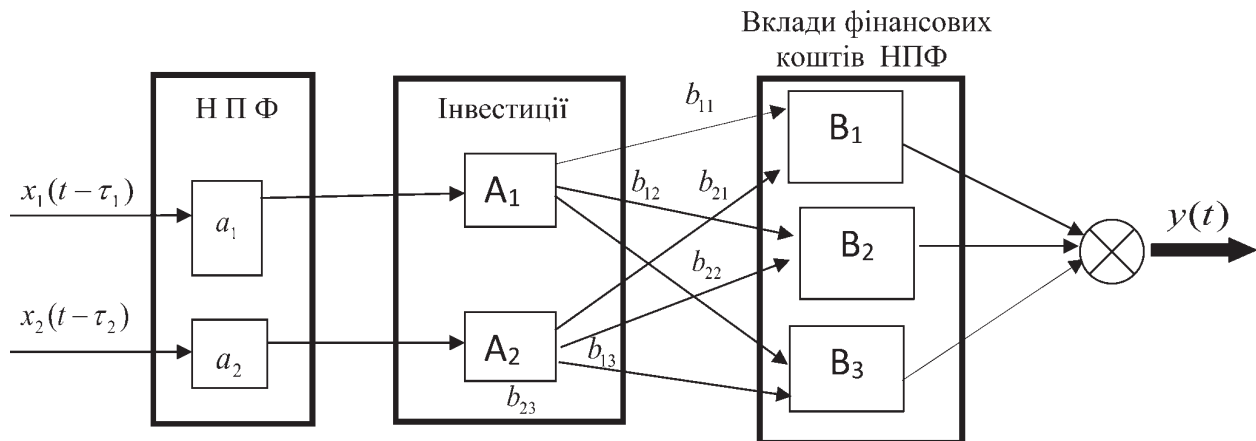


Рис. 1. Логічна схема функціонування НПФ в поданні «вхід-вихід»

У свою чергу, з блоку A_2 кошти спрямовуються в активи трьох напрямків в частках b_{21} , b_{22} і b_{23} , відповідно.

Після закінчення певного терміну дивіденди у вигляді певних відсотків від вкладених коштів підсумовуються на загальному рахунку, що і визначає інвестиційний дохід НПФ $y(t)$.

Побудовані економіко-математичні моделі функціонування НПФ дадуть можливість обирати оптимальні кількісні рішення в процесі діяльності НПФ при інвестуванні пенсійних коштів.

Висновки. Проведені дослідження стали підставою для отримання наступних висновків, а саме: проаналізовано діяльність недержавного пенсійного фонду як економічного об'єкта. Доведена можливість вибору лінійної динамічної неперервної детермінованої структури його моделі. Визначена доцільність застосування економіко-математичного моделювання як одного з ефективних методів дослідження діяльності недержавного пенсійного фонду. Зазначено, що приймаючи те чи інше рішення, не можна виходити просто з аналізу позитивного впливу на подальший розвиток недержавного пенсійного забезпечення. При побудові моделі діяльності недержавного пенсійного фонду акцентовано увагу на особливий випадок, коли вхід є скалярною величиною, тобто є тільки одне джерело фінансування. В подальших публікаціях планується провести імітаційне моделювання на конкретному статистичному матеріалі з метою підтвердження здобутих результатів.

Список літератури

1. Ткаліч І. О. Зарубіжний досвід правового статусу недержавних пенсійних фон-

дів. URL : https://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/Nzlubp_2012_8_14.pdf.

2. Григорук Н. П., Вальчук О. П. Аналіз підходів до моделювання стану та тенденцій розвитку системи пенсійного забезпечення. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип. 6. С. 945–948.

3. Бредюк В. І. & Джоші О. І. Економіко-математичне моделювання динаміки пенсійного забезпечення в Україні. *Наук. записки нац. ун-ту «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2013. Вип. 22. С. 133–136.

4. Якимова Л. П. Моделювання просторово-часової динаміки пенсійного соціуму. *Бізнесінформ*. 2013. № 9. С. 84–89.

5. Якимова Л. П. Економетричне моделювання динаміки розвитку солідарної пенсійної системи України. *Галицький економічний вісник*. 2011. № 2(31). С. 15–22.

6. Ткаченко Н. В., Шабанова О. В. Нормативна динамічна модель оцінювання ефективності інвестиційної діяльності недержавних пенсійних фондів. *Наук. записки Нац. ун-ту «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2014. Вип. 25. С. 163–169.

7. Якимів А. Формування і розвиток системи пенсійного забезпечення в Україні. Львів : Афіша, 2003. 448 с.

8. Barr, N. & Diamond, P. (2016). Reforming Pensions in Chile, *Polityka Społeczna*, no. 1, pp. 4–9.

9. Недержавний пенсійний фонд. Все про НПФ в Україні. URL : <https://minfin.com.ua/invest/npf>.

10. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике. Москва : ЮНИТИ, 2003. 407с.

11. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Москва : Мир, 1974. 197с.

Reference

1. Tkachuk, I. O. (2012). *Zarubizhnyi dosvid pravovoho statusu nederzhavnykh pensiinykh fondiv* [Foreign experience of the legal status of private pension funds]. Available at : https://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/Nzlubp_2012_8_14.pdf (Accessed on 29 April 2021).
2. Hryhoruk, N. P. & Valchuk, O. P. (2015). *Analiz pidkhodiv do modeliuvannya stanu ta tendentsii rozvytku systemy pensiinoho zabezpechennia* [Analysis of approaches to modeling the state and trends in the development of the pension system]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky* [Global and national economics problems], no. 6, pp. 945–948.
3. Brediuk, V. I. & Dzhoshi, O. I. (2013). *Ekonomiko-matematychne modeliuvannya dynamiky pensiinoho zabezpechennia v Ukraini* [Economic and mathematical modeling of pension dynamics in Ukraine]. *Nauk. zapysky nats. un-tu «Ostroz'ka akademiia». Seriiia «Ekonomika»* [Scientific notes of The National University of Ostroh Academy. Economics series.], no. 22, pp. 133–136.
4. Yakymova, L. P. (2013). *Modeliuvannya prostorovo-chasovoi dynamiky pensiinoho sotsiumu* [Modeling of spatio-temporal dynamics of the pension society]. *Biznesinform* [Businessinform], no. 9, pp. 84–89.
5. Yakymova, L. P. (2011). *Ekonomytrychne modeliuvannya dynamiky rozvytku solidarnoi pensiinoi systemy Ukrainy* [Econometric modeling of the dynamics of development of the solidary pension system of Ukraine]. *Halyskyj ekonomichnyj visnyk* [Galician Economic Bulletin], no. 2(31), pp. 15–22.
6. Tkachenko, N. V. & Shabanova, O. V. (2014). *Normatyvna dynamichna model otsiniuvannya efektyvnosti investytsiinoi diialnosti nederzhavnykh pensiinykh fondiv* [Normative dynamic model for evaluating the efficiency of investment activities of private pension funds]. *Nauk. zapysky Nats. un-tu «Ostroz'ka akademiia». Seriiia «Ekonomika»* [Scientific notes of The National University of Ostroh Academy. Economics series.], vol. 25, pp. 163–169.
7. Yakymiv, A. (2003). *Formuvannia i rozvytok systemy pensijnoho zabezpechennia v Ukraini* [Formation and development of the pension system in Ukraine]. Lviv, Afisha Publ. 448 p.
8. Barr, N. & Diamond, P. (2016). Reforming Pensions in Chile, *Polityka Spoleczna*, no. 1, pp. 4–9.
9. *Nederzhavnyi pensiinyi fond. Vse pro NPF v Ukraini* [Private pension fund. All about NPF in Ukraine]. Available at: <https://minfin.com.ua/invest/npf> (Accessed on 19 April 2021).
10. Kremer, N. Sh. (2003). *Issledovanie operatsiy v ekonomike* [Study of operations in the economy]. Moscow, YuNTY Publ. 407 p.
11. Boks, Dzh. & Dzhenskyns, H. (1974). *Analiz vremennykh riadov. Prognoz i upravlenie* [Time series analysis. Forecast and management]. Moscow, Mir Publ., 197 p.

Objective. The objective of the present article is construction of economic and mathematical model of functioning of non-state pension funds of Ukraine for making optimal quantitative decisions in the process of their activity.

Methods. The article investigates and considers the construction of economic and mathematical model of private pension funds in order to make optimal quantitative decisions in the process of their activities. The analysis of the private pension fund as an economic object is carried out. The possibility of choosing a linear dynamic continuous deterministic structure of its model is proved. The expediency of using economic and mathematical modeling as one of the effective methods of research of non-state pension fund is determined. The use of modern economic and mathematical methods and models will allow to fully analyze the functioning of private pension funds and determine the directions of making optimal quantitative decisions in the process of their activities.

Results. The activity of the non-state pension fund as an economic object is analyzed. The possibility of choosing a linear dynamic continuous deterministic structure of its model is proved. The expediency of using economic and mathematical modeling as one of the effective methods of research of non-state pension fund is determined. It is noted that when making this or that decision, one cannot proceed simply from their positive impact on the further development of private pension provision. When building the model of a private pension fund, attention is focused on a special case when the input is a scalar value, ie there is only one source of funding.

Key words: private pension fund, model, analysis, economic object.

Надійшла до редакції 03.11.2021