

## REFERENCES

Buglay, B., and Liventsev, N. *Mezhdunarodnye ekonomicheskie otnosheniia* [International economic relations]. Moscow: Finansy i statistika, 1996.

Kolomyichuk, V., Shevchuk, L., and Shults, S. *Stratehiia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku rehionu: teoriia, metodolohi-*

*ia, praktyka* [Strategy for socio-economic development: theory, methodology, practice]. Ternopil: Ukrmedknyha, 2002.

Shumpeter, Y. *Kapitalizm, sotsializm i demokratiia* [Capitalism, Socialism and Democracy]. Moscow: Ekonomika, 1995.

Zinov, V. G. "Innovatsionnaia deiatelnost kak protsess vosproizvodstva znaniy" [Innovative activity as a process of reproduction of knowledge]. In *Menedzhment innovatsiy: Kadrovoe obespechenie*, 11-122. Moscow: Delo, 2005.

УДК 330.46

## ДЕМОГРАФІЧНИЙ АСПЕКТ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНОГО ЕТАПУ ПЕНСІЙНОЇ СИСТЕМИ

ОГЛІХ В. В., ГОЛОВКО А. В.

УДК 330.46

### Огліх В. В., Головка А. В. Демографічний аспект моделювання перехідного етапу пенсійної системи

У роботі представлено дослідження реформування пенсійної системи України. Моделювання на засадах еволюційної теорії дозволило провести аналіз демографічних тенденцій українського суспільства для перехідного етапу реформування та в подальшому розвитку. Математично доведено необхідність державного керування демографічними параметрами.

**Ключові слова:** моделювання пенсійного забезпечення, пенсійна реформа, демографічний аналіз, еволюційне моделювання.

**Рис.:** 4. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 10.

**Огліх Валентина Валеріївна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, кафедра економічної кібернетики, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (вул. Наукова, 13, Дніпропетровськ, 49050, Україна)

**E-mail:** oglih@list.ru

**Головка Анна Василівна** – студентка, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (вул. Наукова, 13, Дніпропетровськ, 49050, Україна)

УДК 330.46

### Огліх В. В., Головка А. В. Демографический аспект моделирования переходного этапа пенсионной системы

В работе представлено исследование реформирования пенсионной системы Украины. Моделирование на основе эволюционной теории позволило провести анализ демографических тенденций украинского общества для переходного этапа реформирования и в дальнейшем развитии. Математически доказана необходимость государственного управления демографическими параметрами.

**Ключевые слова:** моделирование пенсионного обеспечения, пенсионная реформа, демографический анализ, эволюционное моделирование.

**Рис.:** 4. **Формул.:** 2. **Библ.:** 10.

**Огліх Валентина Валерьевна** – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра экономической кибернетики, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (ул. Научная, 13, Днепропетровск, 49050, Украина)

**E-mail:** oglih@list.ru

**Головка Анна Васильевна** – студентка, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (ул. Научная, 13, Днепропетровск, 49050, Украина)

UDC 330.46

### Oglikh V. V., Golovko A. V. Demographic Aspect of Modelling a Transition Stage of the Pension System

The article presents a study of reformation of the pension system of Ukraine. Modelling on the basis of the evolution theory allowed conduct of analysis of demographic tendencies of the Ukrainian society for the transition stage of reformation and further development. It mathematically proves the necessity of state administration of demographic parameters.

**Key words:** modelling of pension provision, pension reform, demographic analysis, evolution modelling.

**Pic.:** 4. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 10.

**Oglikh Valentina V.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Economic Cybernetics, Dnipropetrovsk National University named after O. Gonchar (vul. Naukova, 13, Dnipropetrovsk, 49050, Ukraine)

**E-mail:** oglih@list.ru

**Golovko Anna V.** – Student, Dnipropetrovsk National University named after O. Gonchar (vul. Naukova, 13, Dnipropetrovsk, 49050, Ukraine)

Українські та зарубіжні науковці приділяють значну увагу проблемам побудови ефективної системи пенсійного забезпечення та перспективам її розвитку. Першочергові місця серед низки важливих питань займають загальні принципи і підходи щодо реформи пенсійної системи та показники динаміки після їх впровадження.

Необхідність перебудови української системи доведена колективом авторів під керівництвом Е. М. Лібанової у [8]. Запропоновано комплексний підхід і принципів засади реформування макроекономічної політики у сфері пенсійного страхування.

У [3] для дослідження процесу розвитку системи пенсійного забезпечення в її макроекономічному розрізі

застосовано математичні методи. Зокрема моделювання динаміки показників економіко-соціальної системи в довгостроковому періоді проводиться на засадах еволюційного підходу. Поведінка суб'єктів пенсійної системи – процес розподілення накопичень і витрат на споживання протягом життя індивідуумів – досліджується у [1, 2, 6].

Незважаючи на значну зацікавленість суспільства та науковців щодо вирішення проблеми реалізації якісного пенсійного забезпечення, зокрема в частині виявлення закономірностей демографічних змін, результати є недостатніми. Про неузгодженість цілей реформи 2011 року та шляхів її проведення із вимогами теорії свідчить постійне зростання дефіциту ПФУ до реформи і після неї.

Тому як мету дослідження обрано підвищення ефективності функціонування Пенсійного фонду України на засадах виявлення перспектив розвитку українського суспільства та особливостей демографічної системи, дослідження можливостей забезпечення добробуту населення України через надання державного соціального захисту.

На порозі етапу, перехідного до накопичувальної системи пенсійного забезпечення, українські реалії характеризуються проявами демографічного зсуву, які тільки набирають силу. За рахунок покращення рівня охорони здоров'я подовжується життя, що призводить до переходу України на принципово нові траєкторії старіння. Демографічне вікно, яке відкривається, призводить до посилення економічного навантаження на платників податків.

Відповідно до існуючих реалій в економіці України розроблено математичну модель динаміки пенсійної системи.

У кожен момент часу  $t$  держава забезпечує громадянам захист через систему пенсійного страхування, основний принцип якої – принцип розподілення – базується на використанні надходжень поточного періоду  $t$  на покриття витрат цього ж періоду. Проте, власні надходження ПФУ не задовольняють усіх його потреб, тому виникає необхідність у додаткових державних коштах  $G(t)q(t)$ . Ця дотація характеризує ефективність функціонування системи, тому її обрано об'єктом моделювання. Розрахунок величини, необхідної для покриття касових розривів, проводиться на базі балансового рівняння:

$$G(t)q(t) = \alpha(t) \sum_{j=1}^K \theta_j^{(1)}(t) N(t) \rho_j(t) (1 - \omega_j(t)) \sum_{i=1}^K \beta_i^{(1)}(t) z_i(t) + r_s(t) - \sum_{j=1}^L \theta_j^{(2)}(t) P(t) \sum_{i=1}^L \beta_i^{(2)}(t) d_i(t) + \Delta V, \quad (1)$$

де  $G(t)$  – номінальний ВВП за період  $t$ ;

$q(t)$  – доля ВВП, спрямована на покриття фондочних недостач за період  $t$ ;

$N(t)$  – загальна кількість населення країни у момент часу  $t$ , яке диференціюється за статтю на два класи та на  $K$  груп за рівнем доходу, тобто величиною заробітної плати;

$\theta_j^{(1)}(t)$  – частка жінок і чоловіків серед населення у момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\varphi_j(t)$  – частка працездатних жінок і чоловіків у момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\omega_j(t)$  – доля безробітних жінок та чоловіків у момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\beta_i^{(1)}(t)$  – частка працевлаштованого населення, котре відноситься до  $i$ -ї за рівнем доходу групи у момент часу  $t$ ,  $i = 1, \dots, K$ ;

$z_i(t)$  – середня заробітна плата в момент часу  $t$ , яка відповідає  $i$ -ї за рівнем доходу групи,  $i = 1, \dots, K$ ;

$\alpha(t)$  – частка податкових відрахувань працевлаштованого населення у солідарну пенсійну систему в момент часу  $t$ ;

$r_s(t)$  – додаткові надходження від встановлених законом операцій (мобільний зв'язок, купівля-продаж валюти і т. д.) за період  $t$ ;

$P(t)$  – загальна кількість пенсіонерів у момент часу  $t$ , які диференціюються за статтю на два класи та на  $L$  груп за рівнем доходу, тобто величиною пенсії;

$d_i(t)$  – середня пенсія в момент часу  $t$ , яка відповідає  $i$ -ї за рівнем доходу групи,  $i = 1, \dots, L$ ;

$\theta_j^{(2)}(t)$  – частка жінок і чоловіків серед пенсіонерів у момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\beta_i^{(2)}(t)$  – частка пенсіонерів, які відносяться до  $i$ -ї за рівнем доходу групи у момент часу  $t$ ,  $i = 1, \dots, L$ .

Звертаємо увагу, що потреба у диференціації за статеві-віковими ознаками є економічно обгрунтованою. У суспільстві тривалість життя жінок більша, ніж у чоловіків; чоловіча смертність у передпенсійному віці висока; спостерігається неоднорідність у структурі зайнятості та величині виплат як заробітних плат, так і пенсій.

Для моделювання кількості працевлаштованого населення  $N(t)$  і пенсіонерів  $P(t)$  використано еволюційний підхід. Згідно з його засадами отримано систему демографічної динаміки (2):

$$\begin{cases} \frac{d\theta_j^{(1)}(t)N}{dt}(t) = \theta_j^{(1)}(t)N(t) \left[ \rho_j(t)\lambda_j(t) - \sigma_j^{(1)}(t) - \right] + \\ + \eta_j(t)\theta_j^{(2)}(t)P(t); \\ \frac{d\theta_j^{(2)}(t)P}{dt}(t) = \theta_j^{(1)}(t)N(t) \left[ \rho_j(t)\zeta_j(t) + \gamma_j(t) \right] - \\ - \sigma_j^{(2)}(t)\theta_j^{(2)}(t)P(t), \quad j = 1, 2, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\rho(t)$  – приріст народжуваності у момент часу  $t$ ;

$\lambda_j(t)$  – значення функції дожиття жінок і чоловіків до працездатного віку в момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\sigma_j^{(1)}(t)$  – приріст смертності жінок і чоловіків працездатного віку в момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\zeta_j(t)$  – значення функції дожиття жінок і чоловіків до пенсійного віку в момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\gamma_j(t)$  – приріст кількості жінок і чоловіків серед пенсіонерів-інвалідів у момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\eta_j(t)$  – приріст кількості працюючих жінок і чоловіків пенсійного віку в момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ ;

$\sigma_j^{(2)}(t)$  – приріст смертності жінок і чоловіків пенсійного віку в момент часу  $t$ ,  $j = 1, 2$ .

Функціонування солідарної пенсійної системи моделюється на основі рівнянь (1) та (2). При цьому статеві-вікова структура населення матиме вигляд, як на *рис. 1*.

Аналіз динаміки кількості населення показує демографічну тенденцію старіння нації, тому кількість чоловіків і жінок-пенсіонерів є слабко зростаючою. Зона стрибків кількості жіночого населення в обох групах викликана наслідками реформи 2011 р., котра змінює пенсійний вік жінок.

Спадна тенденція кількості працевлаштованих жінок обумовлена тим, що смертність жінок зростає прямопропорційно їх віку без піків і спадів. Оскільки загальна тенденція зміни кількості населення є спадною,

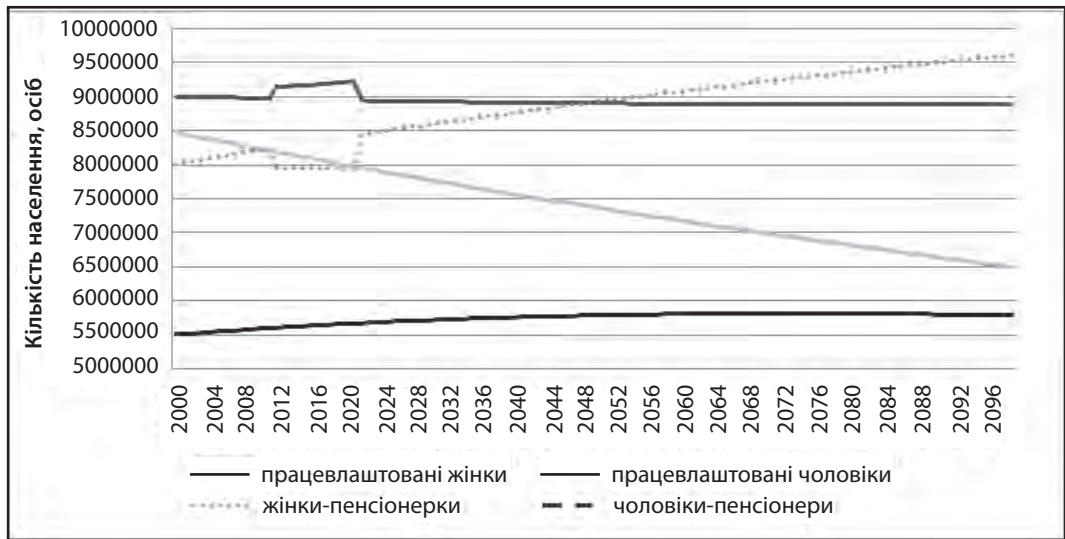


Рис. 1. Динаміка кількості населення за статево-віковими групами

то вона чітко відображається у цій компоненті. Натомість чоловіча смертність має пік на передпенсійному віці і спадає надалі, тому кількість працевлаштованих чоловіків зменшується набагато крутіше.

Розглянемо залежність динаміки чисельності та структури суспільства від народжуваності. Вивчення впливу цього показника на кількість і структуру населення є надзвичайно важливим також і тому, що державне регулювання впливає на нього найбільше відносно інших, використаних у моделі.

Для комплексних висновків щодо характеру впливу народжуваності на демографічну ситуацію в її пенсійному розрізі розглянемо величину економічного навантаження – відношення кількості пенсіонерів до кількості працевлаштованого населення. У початковій моделі величина приросту народжуваності для чоловіків і жінок є однаковою і сумарно становить 0,012. Випадки зростання та падіння приросту народжуваності вдвічі, без зміни рівномірного розподілу між статями, представлені на рис. 2.

Очевидно, що залежність динаміки кількості населення від народжуваності є прямою. Проте бачимо, що темпи зміни функції при падінні та зростанні пара-

метра відрізняються. Населення моделюється на основі класичної еволюційної теорії, а отже, його динаміка підпорядковується експоненційному закону. Тому при подвоєнні народжуваності кількість населення зростає швидше, ніж спадає при падінні цього ж параметра.

Сповільнення темпу зростання економічного навантаження при падінні народжуваності забезпечено не стільки скороченням відносної кількості пенсіонерів, скільки загальним вимиранням населення.

Важливим для розуміння перебігу процесів є результат, який може бути отриманий у разі збільшення показника загального приросту народжуваності до 0,024: зміна тенденції за поточної смертності – сумарний приріст становить 0,019 – моделює ситуацію додатного природного приросту і зростання загальної кількості населення. Проте динаміка показника економічної активності для відповідної гіпотетичної ситуації показує неухильне посилення тиску на працевлаштованих.

Уже до 2039 р. економічне навантаження набуває одиничного значення, тобто кількість пенсіонерів і працевлаштованого населення зрівняється. Ці дані дають можливість зробити висновок, що навіть успішна політика стимулювання народжуваності за незмінної



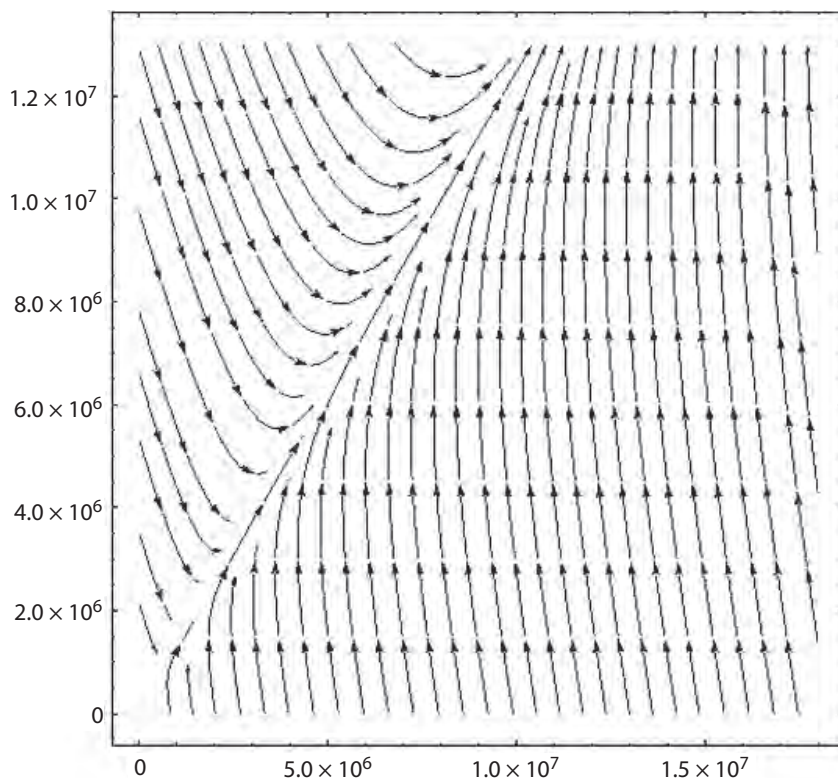
Рис. 2. Динаміка економічного навантаження на працевлаштоване населення



структури функціонування ПФУ не в змозі забезпечити населення гідним соціальним захистом. Така динаміка у перспективі спричиняє зменшення рівня пенсійних виплат, зростання податкових відрахувань працевлаштованих і загальне посилення суспільної напруженості.

Для аналізу стійкості системи побудуємо декілька фазових портретів у осях працевлаштованого населення  $N$  (абсциса) і кількість пенсіонерів  $P$  (ордината). Розглядається перша координатна чверть, котра відповідає вимогам економічної теорії про невід'ємність значень аналізованих величин.

При гіпотетично постійному прирості рівня народжуваності (сумарно 0,02 для чоловіків та жінок) і постійній смертності (сумарно 0,08 для працевлаштованих та 0,012 для пенсіонерів) моделюється ситуація нульового природного приросту населення. Таке припущення відображено фазовим портретом, як на *рис. 3*.



**Рис. 3. Фазовий портрет кількості працевлаштованого та пенсійного населення у випадку рівних приростів народжуваності та смертності**

Система має гіперболічний характер кривих, при цьому особлива точка типу сідла має координати  $(0; 0)$ . Пам'ятаючи про те, що ордината характеризує кількість пенсіонерів, можна зробити висновок, що темп їх приросту перевищує темпи приросту працевлаштованого населення. Досягнувши асимптоти система рухається вздовж неї, а зважаючи на кут нахилу робимо висновок, що на кожній точці асимптоти кількість пенсіонерів вища, ніж кількість працевлаштованого населення.

Цей прогноз відображає зростання економічного тиску на працездатних, посилення соціальні протиріччя, пониження рівня життя всіх суб'єктів пенсійної системи, що не є прийнятним.

Реальна українська ситуація характеризується перевищенням смертності над народжуваністю, тому розглянемо фазовий портрет системи при зменшеному вдвічі прирості народжуваності, котрий складе 0,01. На *рис. 4* приведено всі чверті координатної площини для вивчення характеру динаміки системи, економічний аналіз проводитимемо за першою чвертю.

Очевидно, що така ситуація змінює характер графіка на параболічний, і система має стійкий вузол у точці  $(0; 0)$ . Адже будь-які початкові значення приводять систему на бісектрису першої координатної чверті. Рух вздовж бісектриси спрямований у початок координат – тобто система руйнується та вимирає.

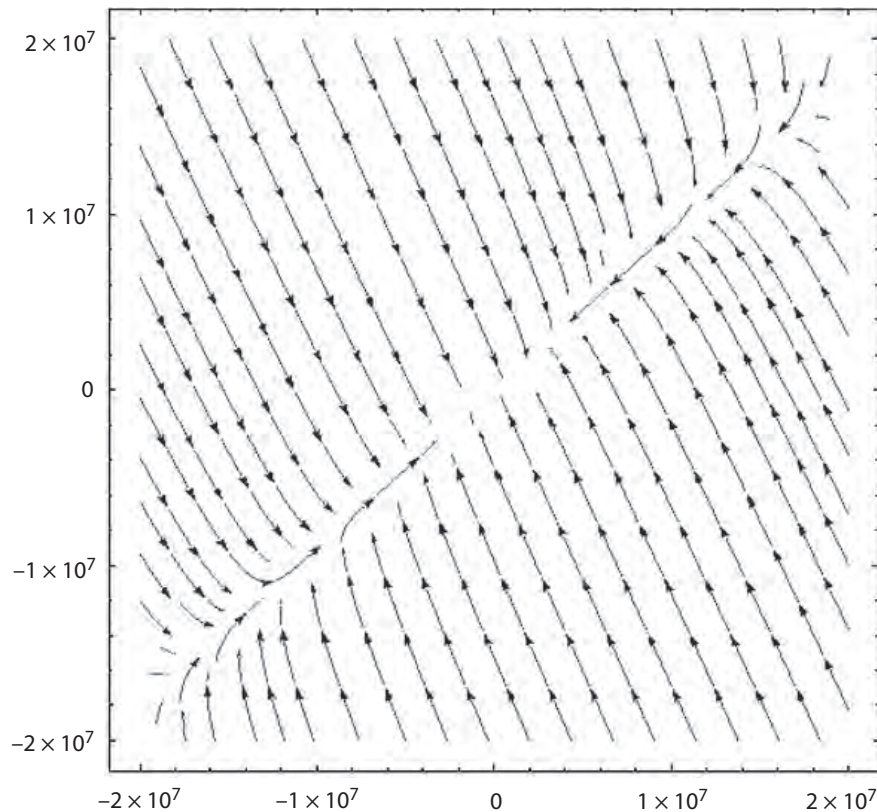
## ВИСНОВКИ

Застосування засад еволюційного підходу забезпечило можливість моделювання динаміки демографічної

ситуації. У комплексі з аналізом перспектив розвитку пенсійної системи було виявлено стійку руйнівну тенденцію українського суспільства. Результати дослідження указують на першочерговість для українського суспільства демографічних питань. Час для їх розв'язання вже втрачено, тому держава має спрямувати всі зусилля на реальні кроки, щоб не втратити керованість соціально-економічної системи України. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Glenn R. Hubbard. Uncertain Lifetimes, Pensions, and Individual Saving / Glenn Richard Hubbard // NBER Working Paper. – 1988. – No. 1363.



**Рис. 4. Фазовий портрет кількості працевлаштованого та пенсійного населення при прирості народжуваності, вдвічі меншому, ніж приріст смертності**

**2. Борисов К. Ю.** Двусторонний альтруїзм и пенсионная система в моделях перекрывающихся поколений : препринт. / К. Ю. Борисов, А. В. Сурков. – СПб., 2008. – 40 с.

**3. Данич В. Н.** Моделирование быстрых социально-экономических процессов : монография / В. Н. Данич. – Луганск : Изд-во Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля, 2004. – 304 с.

**4.** Закон України «Про загальнообов'язкове державне пенсійне страхування» від 09.07.2003 № 1058-IV // *Голос України*. – 2003. – № 157 (3157).

**5.** Закон України «Про заходи щодо законодавчого забезпечення реформування пенсійної системи» № 3668-VI // *Урядовий кур'єр*. – 2011. – №168.

**6. Малютина М. С.** Макроэкономические аспекты реформы системы пенсионного обеспечения: анализ модели пересекающихся поколений / М. С. Малютина // *Экономика и математические методы*. – 2000. – № 1. – С. 63 – 75.

**7.** Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

**8.** Пенсійна реформа в Україні: напрями реалізації : колективна монографія / За ред. Е. М. Лібанової. – К. : Ін-т демографії та соціальних досліджень ім. М. В. Птухи НАН України. – 2010. – 270 с.

**9.** Соціальний захист населення України у 2010 році. – К. : Державний комітет статистики України, 2011. – 119 с.

**10.** Статистичний щорічник України за 2010 рік. – К. : Державна служба статистики України, 2010– 560 с.

**REFERENCES**

Borisov, K. Yu., and Surkov, A. V. *Dvustoronniy altruizm i pensionnaya sistema v modeliakh perekryvaiushchikhsia pokoleniy* [Two-way altruism and pension system in models of overlapping generations.]. St. Petersburg, 2008.

Danich, V. N. *Modelirovanie bystrykh sotsialno-ekonomicheskikh protsessov* [Simulation of rapid socio-economic processes.]. Lugansk: Izd-vo Vostochnoukrainskogo natsionalnogo universiteta im. V. Dalia, 2004.

Glenn, R. Hubbard. "Uncertain Lifetimes, Pensions, and Individual Saving". *NBER Working Paper*, no. 1363 (1988). [Legal Act of Ukraine] (2003). [Legal Act of Ukraine] (2011).

Maliutina, M. S. "Makroekonomicheskie aspekty reformy sistemy pensionnogo obespecheniia: analiz modeli pereseikaiushchikhsia pokoleniy" [Macroeconomic aspects of the reform of the pension system: an analysis of overlapping generations model]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, no. 1 (2000): 63-75.

Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. <http://www.ukrstat.gov.ua/>. *Pensiina reforma v Ukraini: napriamy realizatsii* [Pension Reform in Ukraine: Trends realization.]. Kyiv: In-t demografii ta sotsialnykh doslidzhen imeni M. V. Ptukhy NAN Ukrainy., 2010.

*Sotsialnyi zakhyst naseleennia Ukrainy u 2010 rotsi* [Social protection of population of Ukraine in 2010.]. Kyiv: Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy, 2011.

*Statystychniy shchorichnyk Ukrainy za 2010 rik* [Statistical Yearbook of Ukraine for 2010.]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2010.