

МОДЕЛЮВАННЯ В ГАЛУЗЬ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

В. П. Марценюк, Д. В. Вакуленко¹, С. М. Скочиляс²

Університет Бельсько-Бяли, Республіка Польща

¹*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України*

²*Тернопільський національний економічний університет*

Запропоновано інвестиційну модель охорони здоров'я, котра орієнтується на збереження високої інвестиційної активності та відносно поліпшення конкурентоспроможності області. Відповідно до побудованої моделі управління розвитком медичної галузі за допомогою системи нелінійних звичайних диференціальних рівнянь із двома розподіленими запізненнями, представлено економічну інтерпретацію кожного. Дану умову можна трактувати, як одну з умов інвестиційної привабливості галузі охорони здоров'я.

Ключові слова: інвестиції, інвестиційний потенціал області, інвестиційний процес, інвестиційна привабливість, інвестиційна інфраструктура, математична модель.

MODELING OF INVESTMENT OF HEALTH CARE ON REGIONAL LEVEL

V. P. Martsenyuk, D. V. Vakulenko¹, S. M. Skochilyas²

University of Bielsko-Biala, the Republic of Poland

¹*Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University*

²*Ternopil National Economic University*

Background. An investment model of health care is proposed, which focuses on maintaining high investment activity and a relative improvement in the competitiveness of the region. Today in Ukraine the level of investment activity and reproduction of the market segment of innovative products remains insufficient to ensure an innovative breakthrough of the national economy. Under such conditions, the core of the modern Ukrainian model of economic competitiveness should be the implementation of an innovative model of structural adjustment of the economy, and in the future — the implementation of the strategy of the knowledge economy. The aim was systematization of conceptual approaches to the evaluation and modeling of regional investment activities in the field of health care and the selection of the most valuable elements, the generalization of which will form a proper theoretical and methodological basis.

Materials and methods. Results. Based on a model for managing the development of the medical industry using a system of nonlinear ordinary differential equations with two distributed lateness, an economic interpretation of each is presented. This condition can be considered as one of the conditions for the investment attractiveness of the healthcare industry. Construction of a mathematical model of reorganization of the investment potential of the health care sector of the region, its qualitative analysis, study of stationary solutions of its stability and conducting a numerical experiment.

Conclusions. Today, it is necessary to carry out certain managerial and organizational measures aimed at reforming the health care system of Ukraine. They should concern updating of mechanisms of state management of branch, scientific substantiation and practical introduction of new methods of management that would promote improvement of infrastructural potential of health care, modernization of medical institutions, creation of new means of production on the basis of modern techniques and advanced technologies, intensifying the development of investment strategy for socio-economic development. The perspective of this study is to study the model of management of the development of the medical industry in the region on the control of managerial, investment and legislative factors.

Keywords: investments, investment potential of the region, investment process, investment attractiveness, investment infrastructure, mathematical model.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

В. П. Марценюк, Д. В. Вакуленко¹, С. М. Скочиляс²

Университет Бельско-Бялы, Республика Польша

¹*Тернопольский национальный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского МЗ Украины*

²*Тернопольский национальный экономический университет*

Предложено инвестиционную модель здравоохранения, которая ориентируется на сохранение высокой инвестиционной активности и относительное улучшение конкурентоспособности области. В соответствии с построенной моделью управления развитием медицинской отрасли при помощи системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с двумя распределенными опозданиями, представлена экономическая интерпретация каждого. Данное условие можно рассматривать, как одно из условий инвестиционной привлекательности отрасли здравоохранения.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционный потенциал области, инвестиционный процесс, инвестиционная привлекательность, инвестиционная инфраструктура, математическая модель.

Вступ. В умовах реформування економіки України та євроінтеграції інвестиції стають найвагомим чинником економічного зростання, що обумовлює рівень конкурентоспроможності національного господарства та забезпечує сталий розвиток країни. Інвестиції є визначальною характеристикою сучасних науково-технічних, виробничих, соціально-економічних та всіх суспільних процесів.

Сьогодні в Україні рівень інвестиційної активності та відтворення ринкового сегмента виробництва інноваційної продукції залишається недостатнім, щоб забезпечити інноваційний прорив національної економіки. За таких умов стрижнем сучасної української моделі конкурентоспроможності економіки має стати реалізація інноваційної моделі структурної перебудови економіки, а в подальшому — реалізація стратегії економіки знань. Інвестиційна діяльність є фактором, що забезпечує конкурентоспроможність продукції та ефективність використання ресурсів, підвищує ступінь адаптивності підприємства до умов зовнішнього середовища, створює передумови для стабільної перспективи на майбутнє.

Залучення інвестицій до економічного обігу обумовлено системою якісних і позитивних ефектів, що створюють як для окремих галузей національного господарства, так і для економіки країни загалом. На сучасному етапі реформування галузі охорони здоров'я України важливе значення набуває проблема регулювання інвестиційним забезпеченням розвитку медичної галузі.

Постановка проблеми. Питання змістовного наповнення поняття «інвестиційна привабливість», неоднозначності сутності та особливостей, що визначають властивості, розглядалися у працях значної кількості вітчизняних та іноземних науковців. Великий внесок у вивчення згаданих проблем зробили І. Бланк, А. Павлюк, О. Савлук, О. Скібіцький, Р. Фатхутдінов, В. Федоренко, Ф. Котлер, Й. Шумпетер та інші [1, 2, 3, 6, 10].

Незважаючи на великий спектр проведених досліджень і значні науково-практичні напрацювання залишається низка питань у сфері підвищення інвестиційної привабливості регіону, що потребують подальших досліджень. Оцінювання інвестиційної привабливості підвищує обґрунтованість управлінських рішень, створює умови для ефективною інвестиційної діяльності та потребує модернізації системи державного управління інвестиційними процесами [8, 9].

Мета роботи: систематизація концептуальних підходів до оцінювання та моделювання регіональної інвестиційної діяльності в галузі охорони здоров'я, виокремлення найцінніших елементів, узагальнення яких надасть можливість сформулювати належний теоретико-методологічний базис. Побудова математичної моделі реорганізації інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області, проведення її якісного аналізу, дослідження стаціонарних розв'язків її стійкості та проведення чисельного експерименту.

Результати та їх обговорення. Оцінювання інвестиційної привабливості інфраструктури медичної галузі Тернопільської області пропонується здійснювати за такими напрямками:

- оцінювання загальноекономічного розвитку. Чим вищі показники економічного розвитку, тим більше можливостей у медичного закладу залучити споживачів медичних послуг;

- демографічна характеристика регіону. Кількість і склад населення значною мірою формують попит на медичні послуги;

- рівень розвитку ринкових відносин і ринкової інфраструктури регіону. Добре розвинута ринкова інфраструктура регіону — наявність будівельних організацій, підприємств із обслуговування медичного обладнання, постачальників лікарських засобів і матеріалів медичного призначення — створює сприятливі умови для розвитку та діяльності закладу охорони здоров'я (ЗОЗ);

- рівень безпеки інвестиційної діяльності оцінюється за показником економічної та кримінальної злочинності, кількістю банкрутств у регіоні серед підприємств, що надають медичні послуги;

- рівень середньогалузевих інвестиційних ризиків;

- показники, що характеризують: питому капіталомісткість послуг або продукції, нормативну прибутковість продукції (послуг) тощо; основні засоби, за допомогою яких надаються послуги, або виробляється продукція, зокрема поточна балансова вартість, рівень фізичного зносу та морального старіння, прогнозне вибуття з експлуатації, середній нормативний строк служби, тривалість інвестиційного лага тощо; попит на продукцію та послуги галузі; державну підтримку розвитку медичної галузі.

Ці напрями є основою розроблення рекомендацій щодо вдосконалення організації планово-аналітичної роботи відповідних органів державної влади та місцевого самоврядування, що сприяє підвищенню

ступеня оперативності надання потенційним інвесторам інформації про інвестиційну привабливість структурних складових галузевої системи охорони здоров'я та збільшення повноти та надійності інформації шляхом удосконалення статистичної звітності та методів обробки статистичних даних.

Опис математичної моделі реорганізації інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я. Для побудови моделі введемо позначення. Ключовими діючими чинниками інвестиційної привабливості галузі охорони здоров'я є такі величини [4, 5]: $C(t)$ — споживчий потенціал інвестиційної привабливості об'єкту інвестування (галузі охорони здоров'я), котрий залежить від багатьох факторів, зокрема: перспективності розвитку галузі медичних послуг, наявності сучасних медичних технологій, наукових досягнень у галузі та можливість застосування їх у роботі медичного закладу, потреби в даному виді медичної допомоги та рівень задоволення потреби, питомої ваги платних медичних послуг у структурі всіх послуг, що надаються державними та приватними медичними закладами; $B(t)$ — виробничо-ресурсний потенціал (ВРП) інвестиційної привабливості об'єктів інвестування (галузі охорони здоров'я), зокрема такі найважливіші складові як організаційно-управлінський, матеріально-технічний, кадровий, фінансовий потенціал та потенціал територіального розвитку; $K(t)$ — інвестиційні ризики інвестиційної привабливості об'єктів інвестування (галузі охорони здоров'я), до котрих відносимо: рівень конкуренції у галузі; середній рівень прибутковості медичних закладів; зростання цін на медичні послуги та індекс інфляції; $M(t)$ — інвестиційний потенціал привабливості об'єктів інвестування (галузі охорони здоров'я). Позначення використаних коефіцієнтів у моделі: приріст рівня привабливості споживчих послуг β_{CB} , Lkz d_C — коефіцієнт зміни конкурентоспроможності споживчих послуг, β_B — коефіцієнт зростання ВРП. Для ВРП задіяного у формуванні інвестиційного потенціалу необхідний час τ_B , для формування персоналу, реорганізації інфраструктури області тощо. γ_{BM} — коефіцієнт, вказує на частку ВРП у формуванні інвестиційного потенціалу області. β_K — назвемо коефіцієнтом виникнення інвестиційних ризиків, α_{KM} — коефіцієнт, відображає частку інвестиційних ризиків в інвестиційному потенціалі. Час, потрібний для виникнення інвестиційних ризиків τ_K . k_C — коефіцієнт формування інвестиційного потенціалу за рахунок споживчого потенціалу C .

k_B — коефіцієнт, ймовірність формування інвестиційного потенціалу ВРП. k_M — коефіцієнт вказує на ймовірність зниження інвестиційного потенціалу. k_{KM} — коефіцієнт, відображає ймовірність зниження інвестиційного потенціалу інвестиційними ризиками.

Система нелінійних звичайних диференціальних рівнянь із розподіленим запізненням подано в (1):

$$\begin{aligned} \frac{dC(t)}{dt} &= \beta_{CB}B(t) - d_C C(t), \\ \frac{dB(t)}{dt} &= \beta_B B(t) - d_B B(t) + \gamma_{BM} M(t - \tau_B) B(t - \tau_B), \\ \frac{dK(t)}{dt} &= \beta_K K(t) - d_K K(t) + \alpha_{KM} M(t - \tau_K) K(t - \tau_K), \\ \frac{dM(t)}{dt} &= k_C C(t) + k_B B(t) M(t) - k_M M(t) - k_{KM} M(t) K(t). \end{aligned} \quad (1)$$

Задамо початкові умови для системи рівнянь (1):

$$\begin{aligned} C(t) &= C^0 & K(t) &= K^0, \\ B(t) &= B^0 & M(t) &= M^0, \\ t &\in [t^0 - \max\{\tau_B, \tau_K\}, t_0]. \end{aligned} \quad (2)$$

Математична модель реорганізації інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області [4, 5] включає систему рівнянь (1) з початковими умовами (2).

Зауваження. В (1), (2) початковий момент часу прийемо за $t^0 = 0$ та в подальшому будемо припускати, що початкові умови є достатніми, а всі параметри сталими та достатніми величинами в моделі.

Чисельне дослідження. При допомозі розробленої комп'ютерної програми проведено кількісне дослідження моделі управління розвитком медичної галузі Тернопільщини у випадку, коли:

$$\begin{aligned} \beta_{CB} &= 0.78, & d_C &= 0.8, & \beta_B &= 21, & d_B &= 22, \\ \gamma_{BM} &= 0.47, & \beta_K &= 10000, & d_K &= 1, & \alpha_{KM} &= 10, \\ k_B &= 0.12, & k_M &= 0.12, & k_{KM} &= 0.12. \end{aligned}$$

При $t \in [-\tau, 0]$ справедливі такі початкові умови для початкової множини

$$C(t) = 1, B(t) = 1, M(t) = 1, K(t) = 0.$$

Проведене моделювання показує якісну залежність управління розвитком медичної галузі регіону від k_C — коефіцієнта формування інвестиційного потенціалу за рахунок споживчого потенціалу та часу τ_K — потрібного для виникнення інвестиційних ризиків (у днях).

Вивчимо поведінку системи, якщо запізнення $\tau_B = 25$, а біфуркатором розглядаємо параметр $k_C \geq 0$ та запізнення $\tau_K \geq 0$. Для значень $k_C = 0.31$, $\tau_K = 0$ (рис. 1а) атрактор — стійкий вузол. При $k_C = 0.31$,

$\tau_B = 25.3454212$ виникає пара комплексно спряжених коренів із достатніми дійсними частинами. У системі існує атрактор — нестійкий граничний цикл (рис. 1б). Для $k_C = 0.32$, $\tau_B = 24.023215306$ у характеристичного квазіполінома з'являється пара чисто уявних коренів, що відповідає біфуркації Хопфа (рис. 1в). При $k_C = 0.35$, $\tau_B = 20.390995$ атрактор переходить у стійкий фокус. Це відповідає наявності коренів характеристичного квазіполінома з від'ємними дійсними частинами (рис. 1д).

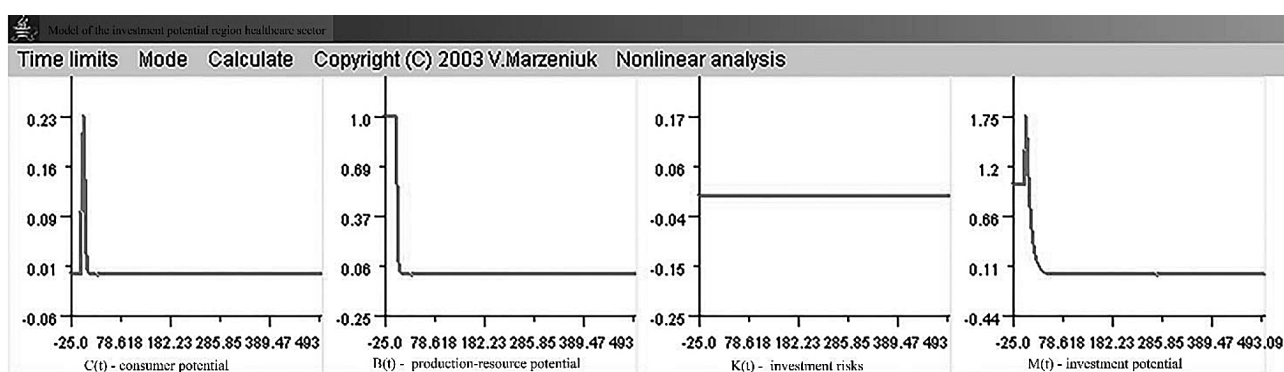


Рис. 1а. Математична модель інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області

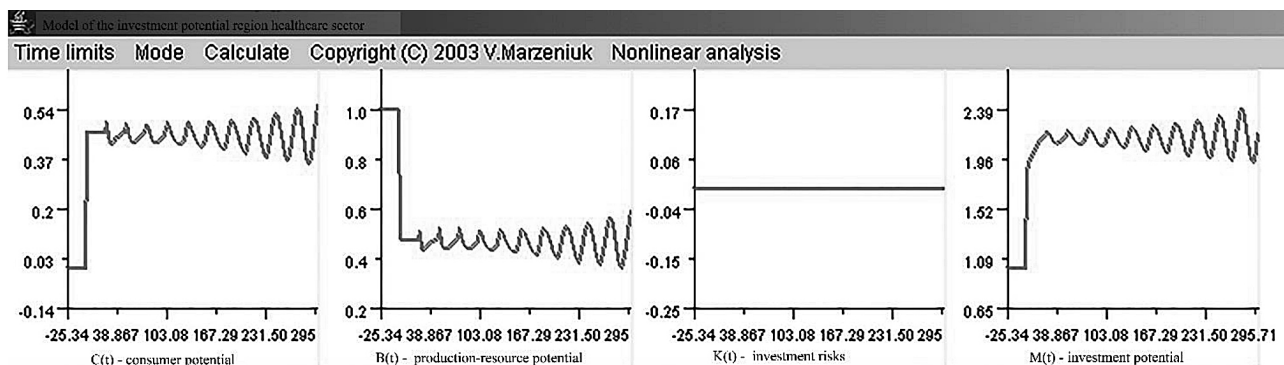


Рис. 1б. Математична модель інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області

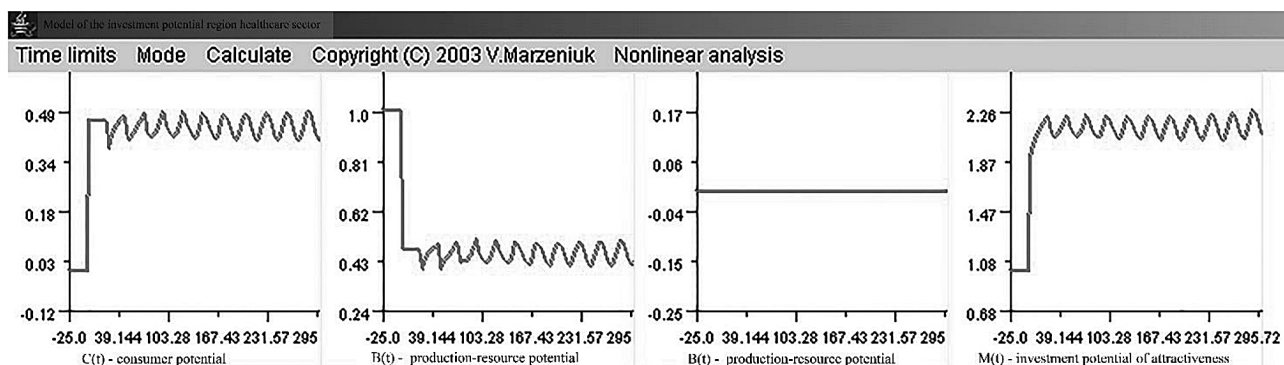


Рис. 1в. Математична модель інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області

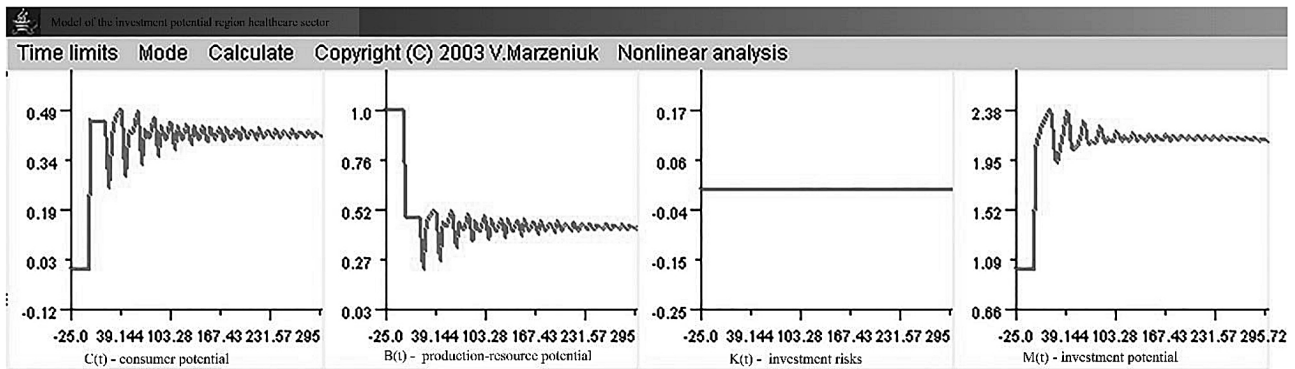


Рис. 1д. Математична модель інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я області

Обговорення результатів побудови математичної моделі реорганізації інвестиційного потенціалу галузі охорони здоров'я. Досліджено концептуальні основи інвестиційної спроможності галузі охорони здоров'я, узагальнення яких дозволить сформувати належний теоретико-методологічний базис технології інвестиційного розвитку на основі дослідження тенденцій інвестиційної діяльності суб'єктів господарювання медичної галузі. Виявлено, що інвестиції в охорону здоров'я повинні стосуватися наукового обґрунтування та практичного впровадження нових методів управління, що сприяло б поліпшенню інфраструктурного потенціалу сфери охорони здоров'я, модернізації медичних закладів, створення нових засобів виробництва на базі сучасної техніки та прогресивних технологій, активізації розроблення інвестиційної стратегії соціально-економічного розвитку.

Запропонована інвестиційна модель орієнтована на збереження високої інвестиційної активності

та відносно поліпшення конкурентоспроможності області.

Висновки. На сьогодні є необхідним проведення певних управлінських та організаційних заходів спрямованих на реформування системи охорони здоров'я України. Насамперед, вони повинні стосуватися оновлення механізмів державного управління галуззю, а також наукового обґрунтування та практичного впровадження нових методів управління, що сприяло б поліпшенню інфраструктурного потенціалу сфери охорони здоров'я, модернізації ЗОЗ, створенню нових засобів виробництва на базі сучасної техніки та прогресивних технологій, активізації розроблення інвестиційної стратегії соціально-економічного розвитку.

Перспективою даного дослідження є дослідження моделі управління розвитком медичної галузі регіону на керованість управлінськими, інвестиційними та законодавчими чинниками.

Література.

1. Blank Y. A. Investment management: study course. — К.: Элха–N, Nyka–Tsentr, 2001. [Electronic recourse]. — Режим доступу: <http://www.alleng.ru/d/econ-fin/econ-fin173.htm>.
2. Farat O. V. Investment attractiveness of the sectors of the national economy of Ukraine: the current state and prospects of development. Innovative economy: allukr. Sciences. — 2013. — № 43 (5). — P. 34-40.
3. Fundamentals of Investing / Gitman L. J., Joehnk M. D., Smart S. B. — Prentice Hall, 2011.
4. Marchuk G. I. Mathematical Models in Immunology. — М.: Nauka, 1980.
5. On Model of Interaction of Cell Elements at Bone Tissue / Martsenyuk V. P., Vakulenko D. V. // Remodeling Journal of Automation and Information Sciences. — 2007. — № 39 (3). — P. 68-80.
6. Savluk O. Estimation of investment attractiveness of regions of Ukraine // Bulletin of the Kiev National Trade and Economic University. — 2013. — № 5. — P. 31.
7. Skibitskyi O. M. Innovation and Investment Management: Teaching. manual. — К.: Center for Educational Literature, 2009.
8. The Law of Ukraine «On amendments to certain legislative acts of Ukraine on the improvement of health care legislation» from 06.04.2017, № 2002-VII.
9. The Law of Ukraine «On state financial guarantees of medical care of the population» from 19.10.2017, № 2168-VIII.
10. Investments, 6th ed. / Sharpe W., Gordon J. A., Bailey J. W. — Prentice-Hall, 1999.

References.

1. Blank, Y. A. (2001). Investment management: study course. К.: Элха–N, Nyka–Tsentr.
2. Farat, O. V. (2013). Investment attractiveness of the sectors of the national economy of Ukraine: the current state and prospects of development. Innovative economy: allukr. Sciences, 43 (5), 34-40.
3. Gitman, L. J., Joehnk, M. D., Smart, S. B. (2011). Fundamentals of Investing. Prentice Hall.
4. Marchuk, G. I. (1980). Mathematical Models in Immunology. М.: Nauka.
5. Martsenyuk, V. P., Vakulenko, D. V. (2007). On Model of Interaction of Cell Elements at Bone Tissue. Remodeling Journal of Automation and Information Sciences, 39(3), 68-80.
6. Savluk, O. (2013). Estimation of investment attractiveness of regions of Ukraine. Bulletin of the Kiev National Trade and Economic University, 5, 31.
7. Skibitskyi, O. M. (2009). Innovation and Investment Management: Teaching. manual. К: Center for Educational Literature.
8. The Law of Ukraine «On amendments to certain legislative acts of Ukraine on the improvement of health care legislation» from 06.04.2017, 2002-VII.
9. The Law of Ukraine «On state financial guarantees of medical care of the population» 19.10.2017, 2168-VIII.
10. Sharpe, W., Alexander, G. J., Bailey, G. W. (1999). Investments, 6th ed. Prentice-Hall.