

DOI: [10.32702/2307-2105-2020.3.51](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.3.51)

УДК 331.45

С. В. Тимошук,

*к. х. н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID: 0000-0002-3124-0328*

В. М. Фірман,

*к. т. н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID: 0000-0001-8039-4334*

Р. С. Петришин,

*к. х. н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID: 0000-0002-8658-1605*

БЕЗПЕКА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ

S. Tymoshuk

*PhD in Chemical Sciences, Associate Professor,
Assistant Professor of Life Safety Department, Lviv National University of Ivan Franko
V. Firman*

*PhD in Technical Sciences, Assistant Professor of Life Safety Department,
Lviv National University of Ivan Franko*

R. Petryshyn

*PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of Life Safety Department,
Lviv National University of Ivan Franko*

PROFESSIONAL SECURITY AND ECONOMIC CONSEQUENCES

Проведено аналіз статистичних даних щодо кількості, які постраждали внаслідок нещасних випадків виробничого характеру та осіб, які набули професійні захворювання. Із статистичних даних видно, що за останні два десятиліття загальний травматизм на території Львівській області знизився у більше, ніж в чотири рази. Проте динаміка зміни професійної захворюваності за останні роки не така однозначна, хоча також спостерігається позитивна тенденція. У структурі професійних захворювань перше місце посідають хвороби органів дихання – 68%, далі захворювання опорно-рухового апарату та вібраційна хвороба. Методом математичного моделювання розраховані лінії тренда зміни виробничого травматизму за період 2002-2019 р. За результатами проведених обрахунків моделі з найбільшим значенням достовірності апроксимації виявився поліном другого порядку. Зроблено прогноз рівня виробничого травматизму на наступні три роки. Розрахунок ефективності працезахоронних заходів оцінювали залежністю між валовим регіональним продуктом та виплатами страхових відшкодувань Фонду соціального страхування. Майже однакові середньорічні темпи росту валового регіонального продукту та темпи росту виплат страхових відшкодувань вказують на

низьку ефективність працезохоронних заходів. Це пояснюють або недостатньою кількістю коштів, що використовують для профілактики нещасних випадків та професійних захворювань, або неефективністю їхнього використання. Встановлено, що рівень травматизму зменшується, проте зростають витрати пов'язані із ліквідацією наслідків нещасних випадків.

An analysis of the statistics on the number of persons injured due to industrial accidents and persons having acquired occupational diseases was carried out. The statistics show that over the past two decades the total injuries in the Lviv region has decreased more than four times. However, the dynamics of change in occupational disease in recent years is not so clear, although there is also a positive trend. In the structure of occupational diseases, the first place is occupied by respiratory diseases - 68%, then diseases of the musculoskeletal system and vibrational disease. The trend lines of change of industrial traumatism for the period 2002-2019 was calculated by the method of mathematical modeling. According to the results of the calculations, the model with the highest value of the approximation reliability was a second order polynomial. The forecast of the level of industrial traumatism for the next three years is made. The calculation of the effectiveness of safety measures was assessed by the relationship between the gross regional product and insurance payments. Almost identical average annual growth rates of gross regional product and growth rates of insurance indemnity payments indicate low efficiency of labor protection measures. A positive trend in the decrease of insurance payments has been observed since 2014. In that time, GRP growth rates outpaced insurance payments growth by approximately 10%. However, the average monthly amount of insurance payments in recent years is unchanged and is approximately 1.05 minimum wages. Therefore, an increase in insurance payments against the backdrop of an overall decrease injury indicates a significant economic loss associated with injury. The problems of injury and occupational disease in the structure of economic costs are often underestimated. The decline in absolute numbers does not at all mean solving the main problems of professional activities in security matters. This is explained either by the lack of funds used to prevent accidents and occupational diseases, or the ineffectiveness of their use. Injuries have been found to be decreasing, but the costs associated with eliminating the consequences of accidents are increasing.

Ключові слова: травматизм, безпека праці, нещасний випадок, профілактика

Key words: injury, occupational safety, accident, prevention

Вступ. Аварії на виробництві – це події, які найперше негативно впливають на стан здоров'я працівників та в окремих випадках призводять до летальних наслідків. З другого боку аварії це значні економічні витрати підприємства, організації, корпорації і вкінці країни вцілому. Дослідження залежності рівня травматизму та професійної захворюваності від внутрішнього валового продукту у різний період розвитку країни показує, що ця залежність доволі неоднозначна. Досвід розвинутих країн показує, що в перші роки індустріалізації кількість аварій на робочому місці зростає. Проте економічне зростання, інвестиції в навчання і розвиток, а також впровадження запобіжних заходів призводить до зниження травматизму. Хоча практично у всіх країнах намітилася позитивна тенденція до зниження травматизму, оцінити реальні збитки важко. Витрати, що виникають внаслідок нещасного випадку, можуть включати поєднання прямих і непрямих ефектів, які проявляються у різних часових масштабах. Прямі витрати пов'язані з медичною та реабілітаційною допомогою та втратами доходів, а саме втрата валового прибутку внаслідок відсутності постраждалого на робочому місці та втрати заробітної плати. Актуальним питанням сьогодні є економічна оцінка непрямих наслідків травматизму та професійної захворюваності. Непрямі витрати, які важче виміряти, включають більш високу ймовірність безробіття через неможливість працювати у важких умовах праці або протягом тривалого часу, зниження ефективності праці. Більше того, аварії також можуть мати наслідки в майбутньому для працівників. Це може призвести до зниження шансів повернення на ринок праці, уповільнення кар'єрного зростання та зниження можливостей заробітку. [1, с. 28, 63, 84]. Ще однією вагомою причиною зниження травматизму є перехід від індустріального суспільства до суспільства послуг. Особливо це стало помітно у розвинутих країнах після 1970-х років і на пострадянському просторі після 1990-х років, коли суттєво зменшилася частка зайнятих у виробничій та будівельній галузях [2, с. 58].

За даними Європейського агентства безпеки та здоров'я на робочому місці професійні хвороби і травми, які пов'язані з роботою, коштують Європейському Союзу 3,3% його ВВП. Щороку 476 мільярдів євро, можна

зберегти за допомогою правильних стратегій, політики та практики в галузі охорони праці. Виявлення невід’ємного зв’язку між економікою та нещасними випадками може допомогти зменшити кількість аварій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивчення економічних наслідків травматизму на робочому місці є одним із перших кроків до розуміння причинно-наслідкових зв’язків між економічною ефективністю роботи підприємства і умовами праці. Міжнародні організації з безпеки праці приділяють багато уваги вивченню цих питань [3, с. 501]. В доповіді Dr Jukka Takala показано, що в індустріально розвинених країнах смертність спричинена умовами праці найвища від раку 53%, що набагато більше порівняно зі смертністю внаслідок нещасних випадків, яка становить близько 3% [4; 5]. У роботі [6, с.15, 22] розглядають економічні наслідки аварій на робочому місці на британському ринку праці. Зокрема, показано негативний вплив на можливість працевлаштування, заробітну плату працівників та економічні збитки спричинені штрафами.

Із проведеного огляду літературних даних та статистичних показників можна стверджувати, що ймовірність травмуватися чи захворіти на робочому місці значно вища з причин незадовільних умов праці, ніж з причин аварій. Тому оцінювання показників травматизму через можливі економічні збитки є одним із перспективних шляхів покращення умов праці, впровадження нової стратегії управління підприємством, що базується на оцінюванні рівнів ризику.

Метою дослідження було визначити чинники, які впливають на показники безпеки професійної діяльності, показати залежність між травматизмом та його економічними наслідками.

Виклад основного матеріалу. За останні два десятиліття виробничий травматизм та професійна захворюваність на території всієї України знижується. Так, у Львівській області станом на 2014 рік загальний травматизм знизився у більше, ніж в чотири рази порівняно із 2002 роком (рис.1). Серед причин нещасних випадків, протягом останніх років переважають організаційні чинники – 70%. Технічні причини спричинили 12% нещасних випадків, а психофізіологічні – 18% [7; 8, с.14].

Натомість динаміка зміни професійної захворюваності за останні роки не така однозначна (рис.1). В певному наближенні можна стверджувати, що і професійна захворюваність знижується, проте залежність є неоднозначною, а її рівень досить високий. Аналіз професійної захворюваності по галузях промисловості показує, що найвищий рівень спостерігається під час видобування енергетичних матеріалів. У структурі професійних захворювань перше місце посідають хвороби органів дихання – 68%, далі захворювання опорно-рухового апарату та вібраційна хвороба.

З відомих статистичних даних в період 2002-2019 років ми спробували описати залежності з метою наступного використання даних для прогнозу виробничого травматизму та професійної захворюваності на наступні 5 років.

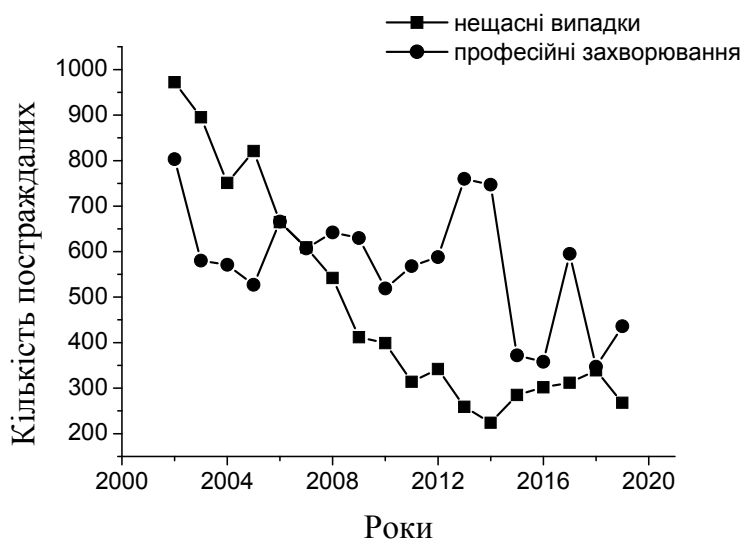


Рис. 1 Виробничий травматизм та професійна захворюваність в період 2002-2019 роки за даними Фонду соціального страхування у Львівській області

Дослідження подальших тенденцій зміни виробничого травматизму проводили методом математичного моделювання. Визначення рівняння лінії тренду і величини достовірності апроксимації, а також для прогнозування зміни показників в наступні періоди використовували можливості програми Origin 7.0. Були досліджені різні лінії тренду для моделювання тенденцій зміни виробничого травматизму за період 2002-2019 рр. (табл.1).

Таблиця 1.

Розраховані лінії тренда зміни виробничого травматизму за період 2002-2019 р.

№	Залежність	Математичний вираз	Коефіцієнт детермінації, R ²
1	Лінійна	$y = a + bx$	0,812
2	Поліном другого порядку	$y = a + bx + cx^2$	0,966
3	Показникова	$y = ab^x$	0,923
4	Степенева	$y = bx^a$	0,824
5	Гіперболічна	$y = b/x + a$	0,814
6	Логарифмічна	$y = b \cdot \ln x + a$	0,813
7	Експоненціальна	$y = ae^{bx}$	0,823

За результатами проведених обрахунків моделі з найбільшим значенням достовірності апроксимації виявилися поліном другого порядку з R²=0,966 та показникова залежність з R²=0,923. Тому розрахунки прогнозів проводили за цими двома залежностями. Результати порівняння фактичних статистичних даних та розрахованих прогностичних значень приведені в табл.2.

Із залежності виробничого травматизму за 2002-2019 роки (рис.1) добре простежуються дві ділянки: зменшення постраждалих до 2013 рік та подальше зростання кількості постраждалих до 2019 року. Розраховані лінійні залежності описуються такими рівняннями:

2002-2013 роки	$y = 1,3 \times 10^5 - 63,5 x$	Коефіцієнт кореляції R ² = -0,966
2014-2019 роки	$y = -2,0 \times 10^4 + 10,1 x$	Коефіцієнт кореляції R ² = 0,554

Прямолінійну ділянку зміни виробничого травматизму за 2014-2019 роки використаємо для прогностичного оцінювання травматизму (табл.2).

Таблиця 2.

Порівняння показників виробничого травматизму за даними Фонду соціального страхування та одержані розрахунковим способом

Роки	Залежність	Фактична кількість	Розрахункова кількість	Відносне відхилення, %
2016	Поліном другого порядку	302	268	-11,2
	Показникова		250	-17,2
	Лінійна*		361	+19,5
2017	Поліном другого порядку	312	274	-12,1
	Показникова		227	-27,2
	Лінійна*		371	+19,1
2018	Поліном другого порядку	339	287	-15,3
	Показникова		206	-39,2
	Лінійна*		381	12,6
2019	Поліном другого порядку	268	307	+14,5
	Показникова		187	-30,2
	Лінійна*		392	+46,2

* Лінійна ділянка за 2014-2019 роки

Високу якість моделі характеризує значення відносного відхилення менше 10%. У нашому випадку жодна запропонована модель не характеризується високою якістю, проте найкращі показники одержали для лінії поліном другого порядку. Для цієї залежності відносне відхилення між розрахованими результатами та статистичними даними Фонду соціального страхування є найменше. Тому прогноз рівня виробничого травматизму на 2020-2022 роки будемо робити за цією залежністю. Таким чином очікуванні показники виробничого травматизму становитимуть: 336 осіб у 2020 році, 372 – у 2021 році та 415 – у 2022 році. Поточні дослідження травматизму на робочому місці проводилися за допомогою звичайних статистичних даних, які, не в змозі належним чином визначити причинно-наслідкові зв'язки і не в змозі побудувати моделі, які могли б передбачити нещасні випадки. Для підвищення рівня безпеки професійної діяльності необхідно забезпечити ефективне функціонування системи управління безпекою праці як одну із важливих ланок управління вцілому.

Спроби описати залежність кількості осіб, що набули професійну захворюваність за 2002-2019 роки були безуспішними. Коефіцієнти детермінації всіх можливих залежностей були дуже низькими. Проте рівень професійної захворюваності доволі високий. За даними Державного комітету статистики у Львівській області у

період з 2010 по 2017 роки кількість осіб з інвалідністю зросла із 70 осіб на 100 тис. населення до 81 осіб на 100 тис. населення.

Травматизм та професійна захворюваність серед активно працездатного населення призводить до значних економічних збитків. Серед усіх видів наслідків виробничого травматизму найбільш вивченими є економічні наслідки, які підлягають обов'язковій компенсації. Сумарні економічні наслідки враховують загальнодержавні витрати та збитки підприємств. За даними Фонду соціального страхування щорічно в Україні виплачують понад 10 млрд. відшкодування шкоди потерпілим та членам їхніх сімей. З літературних джерел відомо, що ефективність працезохоронних заходів можна оцінювати залежністю між ВВП і загальною сумою відшкодувань [9, с. 36; 10, с. 4]. Проведені розрахунки для Львівської області показують, що зі зростанням валового регіонального продукту (ВРП) зростають також виплати страхових відшкодувань (ВСВ) потерпілим та членам їхніх сімей (рис.2).

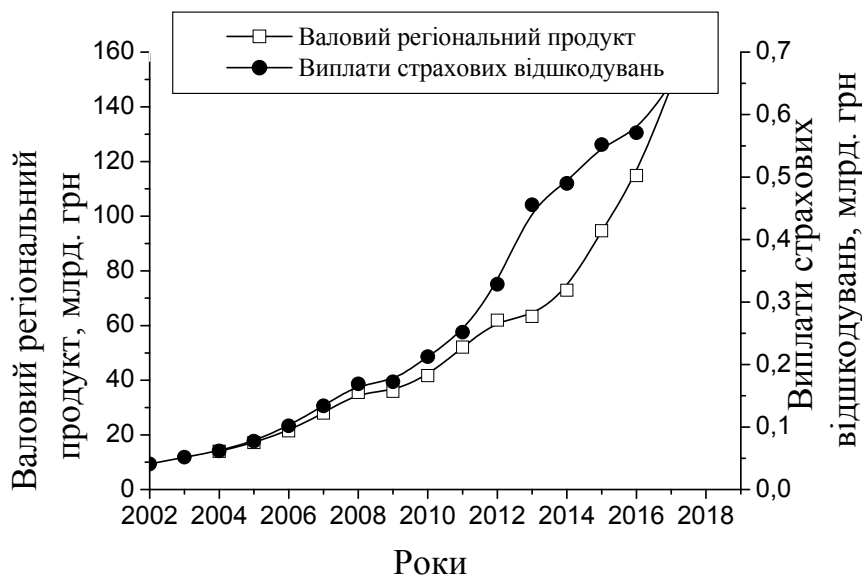


Рис. 2. Динаміка зростання валового регіонального продукту та виплат страхових відшкодувань у Львівській області за 2002 – 2018 роки.

Середньорічний темп росту валового регіонального продукту рівний 1,46, а середньорічний темп росту виплат страхових відшкодувань 1,2. Майже однакові темпи зростання вказують на низьку ефективність працезохоронних заходів. Така залежність може бути пояснена або недостатньою кількістю коштів, що використовують для профілактики нещасних випадків та професійних захворювань, або неефективністю їхнього використання. Це знайшло відображення у звіті Фонду соціального страхування, за яким на головне завдання страхування – профілактику нещасних випадків та професійних захворювань – припадає лише близько 20% наявних коштів. Вивчені середньорічні темпи зростання за період 2002-2018 року показують на позитивну динаміку щодо зниження виплат страхових відшкодувань починаючи із 2014 року (табл.3). В цей період темпи зростання ВРП випереджає темпи зростання ВСВ приблизно на 10%.

**Таблиця 3.
Динамічний ланцюг середньорічного темпу росту валового регіонального продукту та виплат страхових відшкодувань**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ВРП		1,08	1,10	1,11	1,12	1,14	1,26	1,0	1,08	1,12	1,09	1,01	1,07	1,14	1,10	1,13	1,14
ВСВ		1,13	1,09	1,12	1,15	1,15	1,12	1,01	1,11	1,09	1,14	1,18	1,04	1,06	1,02	1,07	1,05

Для побудови регресійної залежності між виплатами страхових відшкодувань та валовим регіональним продуктом використовували метод найменших квадратів. Лінійна залежність описується рівнянням $ВСВ = 0,0096 + 0,0051 \times ВРП$. Коефіцієнт кореляції одержаної залежності, R становить 0,9631. Адекватність отриманої залежності перевіряли за допомогою критерію Фішера. Табличне значення критерію Фішера за ймовірності 0,95 та ступенями свободи 1 та 15 рівне 246. Розраховане значення критерію Фішера для даної лінійної залежності рівне 351,4. Це означає, що із достовірністю 95% отримана регресійна залежність відповідає вхідним статистичним даним і може використовуватися при проведенні моделювання залежності виробничого травматизму від валового регіонального продукту.

За даними Фонду соціального страхування середньомісячний розмір страхових виплат потерпілим у 2019 році становив 1,05 мінімальних заробітних плат. Аналіз даних показує, що приблизно таким є розмір страхових

виплат потерпілим протягом останніх десяти років. Тому зростання виплат страхових відшкодувань на фоні загального зниження травматизму вказує на значні економічні збитки пов'язані з травматизмом.

Висновки. Одержані дані показують, що поряд із зниженням кількісних показників травматизму, зростає тяжкість наслідків. Виплати страхових відшкодувань Фонду соціального страхування, в загальній структурі виплат, за розглянутий період практично не зменшилися на фоні зниження загального і смертельного травматизму. Проблеми травматизму та професійної захворюваності в структурі економічних витрат часто є недооціненими. Зниження абсолютних показників зовсім не означає вирішення головних проблем професійної діяльності в питаннях безпеки. Як видно із проведених розрахунків поряд із суттєвим зниженням основних показників травматизму виплати страхових відшкодувань не знижуються, а навпаки подекуди перевищують показники зростання валового регіонального продукту. Очевидно певні витрати є зовнішніми для організації і тому деякі внутрішні витрати можуть бути складними для кількісного визначення чи визнання; наприклад, компенсований час, втрата виробництва, зниження працездатності та продуктивності працівників.

Список використаних джерел.

1. Aldridge Tim, Cruse Helen, Munday Max and Roche Neil (2015), *Modelling the economic impacts of an accident at major hazard sites*, HSE Science and research publication, Books (RR1055) – 114 p.
2. Saloniemi, A. Oksanan, H. (1998), “Accidents and Fatal Accidents-Some Paradoxes”, *Safety Science*, 29 (1), pp. 56-66.
3. Benavides Fernando G, Benach Joan, Martínez Jose Miguel, González Sira (2005) “Description of fatal occupational injury rates in five selected European Union countries: Austria, Finland, France, Spain and Sweden”, *Safety Science*, Vol.43, Issue 8, pp. 497-502.
4. Jukka Takala (2014) “Economic Cost of Work-related Injuries and Ill-Health in Singapore, and Application Elsewhere” *EU Presidency Conference*, Athens, 16-17 June 2014.
5. International Labor Organization (2018) “Safety and health at work”, available at URL <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm> (дата звернення: 5.02.2020 р.).
6. Gabriele Mazzolini (2014) “The economic consequences of accidents at work” *Universita Cattolica del Sacro Cuore Dipartimento di Economia e Finanza Working Paper* n. 15 June 2014 -34 p. available at: <https://www.econstor.eu/handle/10419/170612> (дата звернення: 02.02.2020 р.).
7. Фонд соціального страхування available at: <http://www.fse.gov.ua>
8. Яремко З.М., Тимошук С.В., Фірман В.М. (2017) “Від ризик-орієнтованого підходу до забезпечення безпеки до ризик-орієнтованого мислення” *Пожежна та техногенна безпека*, № 6, с. 14-15.
9. Тайрова Т.М. (2014) *Методологічні засади моніторингу виробничого травматизму: монографія*, К.: «Основа», 2014. – 201 с.
10. Яремко З.М., Ващук В.В., Галаджун Я.В. (2019) “Концептуальні засади безпечної життєдіяльності людини” *Ефективна економіка*, № 2, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua> (дата звернення: 20.02.2020 р.).

References.

1. Aldridge, T. Cruse, H. Munday, M. and Roche, N. (2015), *Modelling the economic impacts of an accident at major hazard sites*, HSE Science and research publication Books, Harpur Hill, UK.
2. Saloniemi, A. and Oksanan, H. (1998), “Accidents and Fatal Accidents-Some Paradoxes”, *Safety Science*, vol. 29(1), pp. 56-66.
3. Benavides, F.G. Benach, J. Martínez, J. M. and González, S. (2005), “Description of fatal occupational injury rates in five selected European Union countries: Austria, Finland, France, Spain and Sweden”, *Safety Science*, vol.43, no. 8, pp. 497-502.
4. Takala, J. (2014), “Economic Cost of Work-related Injuries and Ill-Health in Singapore, and Application Elsewhere”, *EU Presidency Conference*, Athens, 16-17 June, pp. 15-34.
5. International Labor Organization (2018), “Safety and health at work”, available at: <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm> (Accessed 05 Feb 2020).
6. Mazzolini, G. (2014), “The economic consequences of accidents at work”, *Universita Cattolica del Sacro Cuore Dipartimento di Economia e Finanza Working Paper*, vol. 15, available at: <https://www.econstor.eu/handle/10419/170612> (Accessed 02 Feb 2020).
7. Fond sotsialnoho strakhuvannia Ukrainy (2020), available at: <http://www.fssu.gov.ua> (Accessed 20 Feb 2020).
8. Yaremko, Z.M. Timoshuk, S.V. and Firman, V.M. (2017), “From a risk-oriented approach to ensuring security to risk-oriented thinking”, *Fire safety and technogenic safety*, vol. 6, pp. 14-15.
9. Tairova, T.M. (2014), *Metodolohichni zasady monitoringu vyrobnychoho travmatyzmu* [Methodological bases for monitoring of industrial injuries], Osnova Publ., Kyiv, Ukraine.
10. Yaremko, Z. Vashchuk, V. and Galadzhun, Ya. (2019), “Conceptual principles of the human life security”, *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 2, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua> (Accessed 20 Feb 2020).

Стаття надійшла до редакції 02.03.2020 р.