


**ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ ШЕВЧУК,**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
Вінницький національний технічний університет,  
кафедра комп'ютерних наук;

 <https://orcid.org/0000-0002-8600-0700>,  
e-mail: shevchuk177@gmail.com

**ЗЛОЧИННІСТЬ І НАРОДЖУВАНІСТЬ В УКРАЇНІ:  
МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ**

Статтю присвячено емпіричній перевірці гіпотези щодо наявності кореляційного зв'язку між коефіцієнтом народжуваності та загальним рівнем криміногенності в Україні. Проведений детальний аналіз відповідного кореляційного поля підтверджує висунуту гіпотезу, проте такий зв'язок, як показали розрахунки коефіцієнтів детермінації, залежить від рівня лагової затримки між показниками й досягає свого максимального значення при часовому зміщенні між ними у два роки. Виявлено атипову ділянку прямого лінійного зв'язку між народжуваністю й злочинністю (2018–2021), що не відповідає загальній зворотній тенденції.

Побудована в результаті кореляційно-регресійного аналізу комбінована двоперіодна модель народжуваності виявилась адекватною, з доволі високою точністю інтерполяції ( $R = 0,865$ ;  $MAPE = 5,38\%$ ). До того ж для першого періоду (1992–2018) загальне зменшення рівня злочинності на 1% супроводжувалося збільшенням коефіцієнта народжуваності на 0,71% із часовим зсувом у два роки. Для другого періоду (2018–2021), навпаки, спостерігалось одночасне зменшення обох досліджуваних показників. Така атипова поведінка (проти попередньо виявленої загальної закономірності) пояснюється системним впливом низки факторів, серед яких ключовими є гібридні воєнні дії рф на території України та відповідне суттєве зростання міграційних процесів унаслідок запровадження безвізового режиму з країнами ЄС.

Здійснено спробу поєднання окремих часових періодів одним регресійним рівнянням через уведення додаткових індикаторних змінних. Отримана в результаті запропонованого підходу узагальнена модель зміни показника народжуваності від рівня криміногенності в країні виявилась адекватною, а всі її параметри – статистично значущими. Зокрема, за проведеними на основі побудованої моделі оцінками встановлено, що при загальному зниженні рівня криміногенності в країні на 10 тис. злочинів через два роки очікується збільшення коефіцієнта народжуваності на 12,73 осіб з розрахунку на 100 тис. населення за умови незмінності інших індикаторів моделі. При цьому довірчий інтервал цього значення становить (9,61; 15,84) для п'ятивідсоткового рівня значущості. Запропонований підхід дав можливість провести наближену оцінку ефекту збільшення коефіцієнту народжуваності у 2012–2013 рр., зумовленого підвищенням фінансових виплат при народженні дитини.

**Ключові слова:** кількість учинених злочинів, злочинність, коефіцієнт народжуваності, моделювання, рівняння регресії, регресійна модель народжуваності.

*Оригінальна стаття*

**ВСТУП.** Сучасне суспільство стикається з численними викликами, серед яких найважливішими є проблеми демографічної динаміки та загального рівня криміногенності. До того ж показники, що їх характеризують, потребують постійної уваги з боку аналітиків та науковців, оскільки вони мають вирішальне значення у стратегії сталого соціально-економічного розвитку будь-якої цивілізованої країни.

Для України проблема зменшення кількості населення постала особливо гостро. Так, за оцінками Відділу народонаселення Департаменту з економічних і соціальних питань

ООН<sup>1</sup>, за часи незалежності населення України з 52 млн осіб на початку 1990-х рр. скоротилось до 36,7 млн у 2023 р. Ще більш шокуючою виглядає наведена цією організацією прогнозна оцінка до кінця XXI ст., за якою популяція (населення України) і надалі щорічно та швидко зменшуватиметься (рис. 1). Зрозуміло, що

<sup>1</sup> World Population Prospects 2022 // United Nations : офіц. сайт. URL: <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/804> (дата звернення: 22.02.2024).

основний відтік та втрата населення були зумовлені міграційними процесами, внаслідок гібридних воєнних дій росії, які розпочалися у 2014 р. і призвели спочатку до окупації частин Донецької та Луганської областей, анексії Криму, а через вісім років й до широкомасш-

табного вторгнення та відкритої війни з Україною. Проте стабільний спадний тренд у народонаселенні мав свій початок ще в 1990-х рр., а тому вимагає більш детального та структурованого аналізу.

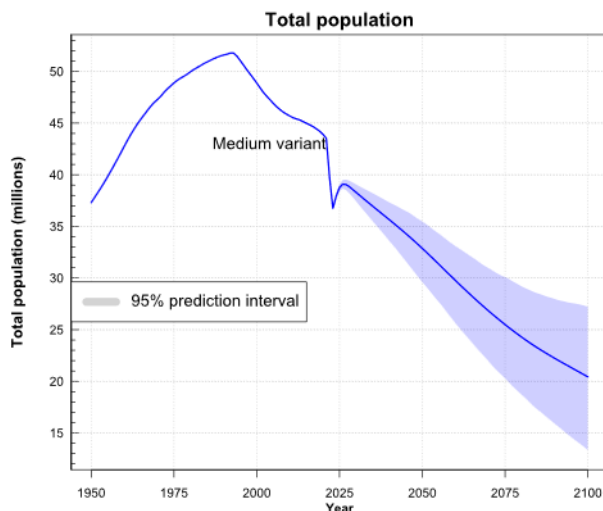


Рис. 1. Динаміка та прогноз зміни кількості населення України за 1950–2100 рр.

Зокрема, з наукової точки зору доволі цікавою, якщо порівняти з динамікою кількості населення, виглядає коливальна поведінка коефіцієнта народжуваності (1990–2022), його подальший точковий та інтервальний прогнози, що мають ознаки певної невизначеності

(рис. 2). Найімовірніше, це пов'язано з тим, що за часів незалежності внутрішні соціальні взаємозв'язки в українському суспільстві формувалися за унікальних і складних перехідних трансформаційних процесів, які відбувалися як на економічній, так і на геополітичній арені.

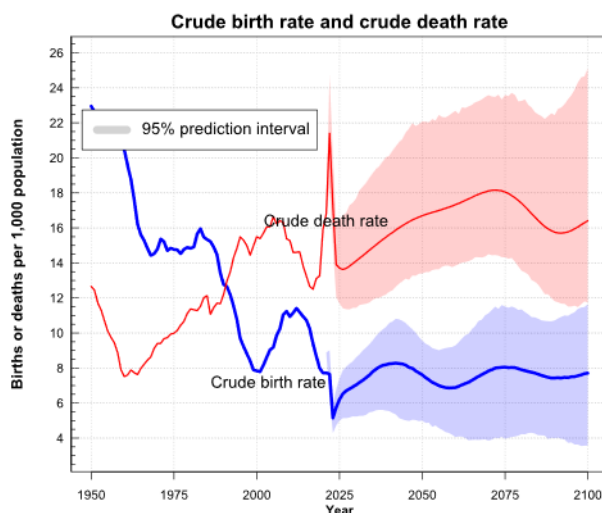


Рис. 2. Динаміки та прогнози зміни рівня народжуваності та смертності в Україні за 1950–2100 рр.

У цьому контексті показовою є регресійна модель народжуваності, що побудована на основі головного індикатора економічного розвитку України (Шевчук, 2023а). У результаті проведеного кореляційного аналізу виявилось, що значення показника регресії отриманої мо-

делі відрізнялося у трьох окремих часових періодах: економічної кризи 1990-х рр. (1990–1999), періоду відновлення економіки (2000–2014) та періоду гібридної військової агресії рф (2015–2021). Причому, якщо для перших двох періодів між цими показниками характерний

наявний прямий лінійний зв'язок, то в третьому відбувається зміна його напрямку з прямого на зворотний. Тобто економічний розвиток країни у третьому періоді не стимулює зростання народжуваності, а навпаки, народжуваність щорічно зменшується внаслідок агресивної політики росії та постійних бойових дій на Сході України.

Наголосимо також і на суттєвій відмінності абсолютного значення показника регресії для перших двох часових інтервалів. Середня еластичність народжуваності у кризовий період (1990–1999) виявилася у 2,5 рази вищою за еластичність народжуваності в період відновлення економіки (2000–2014). Гіпотетично, така розбіжність у показниках еластичності могла бути зумовлена значним зростанням асоціальної поведінки в суспільстві, що спостерігалось саме в 1990-х рр. А тому злочинність як показник, що опосередковано вимірює її рівень, може виступати додатковим фактором впливу, котрий здатний значно підсилити ефект падіння народжуваності внаслідок системних кризових явищ в економіці. Проте ця гіпотеза потребує емпіричного підтвердження та побудови відповідної регресійної моделі взаємозв'язку.

**МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Мета цієї роботи полягає в аналітичному дослідженні наявності кореляційного зв'язку між рівнем народжуваності та загальною кількістю вчинених злочинів на території України. Завданнями статті є розробка відповідної регресійної моделі, статистична оцінка та аналіз її параметрів, виявлення наявності загальних тенденцій та напрямів удосконалення її прогностичної валідності.

**ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.** Питання побудови загальних теоретичних та емпіричних моделей прогнозування рівня народжуваності на основі економетричного аналізу даних завжди були й надалі залишаються в центрі уваги зарубіжних науковців. Не є винятком і дослідження, спрямовані на аналіз взаємозв'язку між народжуваністю та злочинністю. При цьому авторами аналізуються й обговорюються як питання впливу рівня злочинності на показники народжуваності (Churchill et al., 2022; Ospina, Hurtado, 2022; Huang, Chiang, Pan, 2015; Varvarigos, Arsenis, 2015), так і навпаки, як народжуваність, зокрема позашлюбна (Tamura, Kendall, 2010; Harper, McLanahan, 2004), впливає на рівень і структуру майбутньої злочинності (Errol, Madsen, Moslehi, 2021; Comanor, Phillips, 2002).

Коротко наведемо результати деяких ключових досліджень із цієї тематики.

Австралійські дослідники здійснили спробу побудови простої теоретичної моделі для

вивчення зв'язку між злочинністю та народжуваністю, з охопленням трьох додаткових каналів: рівня доходів, цін на житло та якістю шкільної освіти (Churchill et al., 2022). Емпіричне підтвердження побудованої моделі проводилось на основі даних опитувань домогосподарств Австралії та їх порівняння з офіційною статистикою. Автори встановили, що для власників житла вплив злочинності на народжуваність є вищим, якщо порівняти з не власниками, і нижчим для сімей з іпотечним кредитуванням, ніж у сім'ях, що повністю володіють своїм будинком. Також зауважується, що якість шкільної освіти в запропонованій моделі має вищий ефект впливу, ніж рівень цін на житло.

Л. Оспіна та Д. Уртадо (2022), аналізуючи панельні дані для окремих округів Тайваню за 2000–2010 рр., показали, що злочинність справді має статистично значущий негативний вплив на народжуваність, проте величина цього впливу виявилася доволі малою. При цьому автори наголошують, що саме економічні фактори залишаються основними визначальними детермінантами народжуваності в країні.

Звернемо також увагу й на результати досліджень Ц. Хуана, Т.-Ф. Чанга та Ц.-Н. Пана (2015). Вивчаючи набір панельних даних регіонів Колумбії за 2003–2014 рр., автори емпірично встановили, що злочинність навпаки має позитивний вплив на коефіцієнт підліткової народжуваності у віковій групі 15–19 років. І цей результат підтверджував їхню попередньо висунуту теоретичну гіпотезу про те, що насильницькі злочини скорочують тривалість життя, а це так само спонукає людей якомога раніше приймати рішення щодо народження дитини.

Вітчизняними науковцями вплив злочинності на народжуваність в Україні цілеспрямовано не вивчався. Зазвичай ці показники досліджувалися окремо один від одного. Аналізувалися загальні демографічні тенденції (Гладун та ін., 2020), будувалися відповідні регресійні та прогностичні моделі (Ляшенко, Дума, Бажанова, 2020; Біткова, Гумірова, 2018), вивчався вплив певних соціально-економічних показників макроекономічного розвитку на рівень злочинності в країні (Бурлан, Каткова, Марущак, 2021; Ларченко, 2019; Шевчук, 2023а).

**МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Методологічною основою проведеного дослідження є математичний апарат кореляційно-регресійного аналізу. Зокрема, у роботі використано: графічний метод візуального оцінювання наявності та форм статистичного зв'язку між показником народжуваності і кількістю вчинених

злочинів; метод найменших квадратів для оцінки невідомих параметрів моделей та побудови на їх основі регресійних рівнянь; критерії Фішера та Стьюдента для дослідження адекватності отриманих моделей та оцінки статистичної значущості їх параметрів.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДИСКУСІЯ.** Основою для проведення цього інформаційно-аналітичного дослідження є гіпотеза про наявність кореляційного зв'язку між народжуваністю та злочинністю в Україні. Тому як ендогенна змінна ( $N_t$ ) розглядається динамічний ряд народжуваності з розрахунку на 100 тис. населення в період 1990–2021 рр. Такий масштаб значень коефіцієнта народжуваності сприятиме зручнішій інтерпретації результатів проведеного дослідження. Отже,

значення ендогенної змінної обчислюються за формулою:

$$N_t = \frac{n_t}{P_t} \times 10^5, \quad (1)$$

де  $n_t$  – загальна кількість живонароджених за рік  $t$ ;  $P_t$  – середня чисельність населення за рік  $t$ .

Розрахунки проводились на основі офіційної та загальнодоступної статистичної інформації Державної служби статистики України<sup>1</sup>, а результат наведено графічно у вигляді часового ряду (рис. 3). Попередній візуальний аналіз поданих даних вказує на наявність певної коливальної поведінки, для якої тривалий спад народжуваності у 1990–1999 рр. змінюється періодом її сталого зростання (2000–2012) і навпаки (2013–2021).

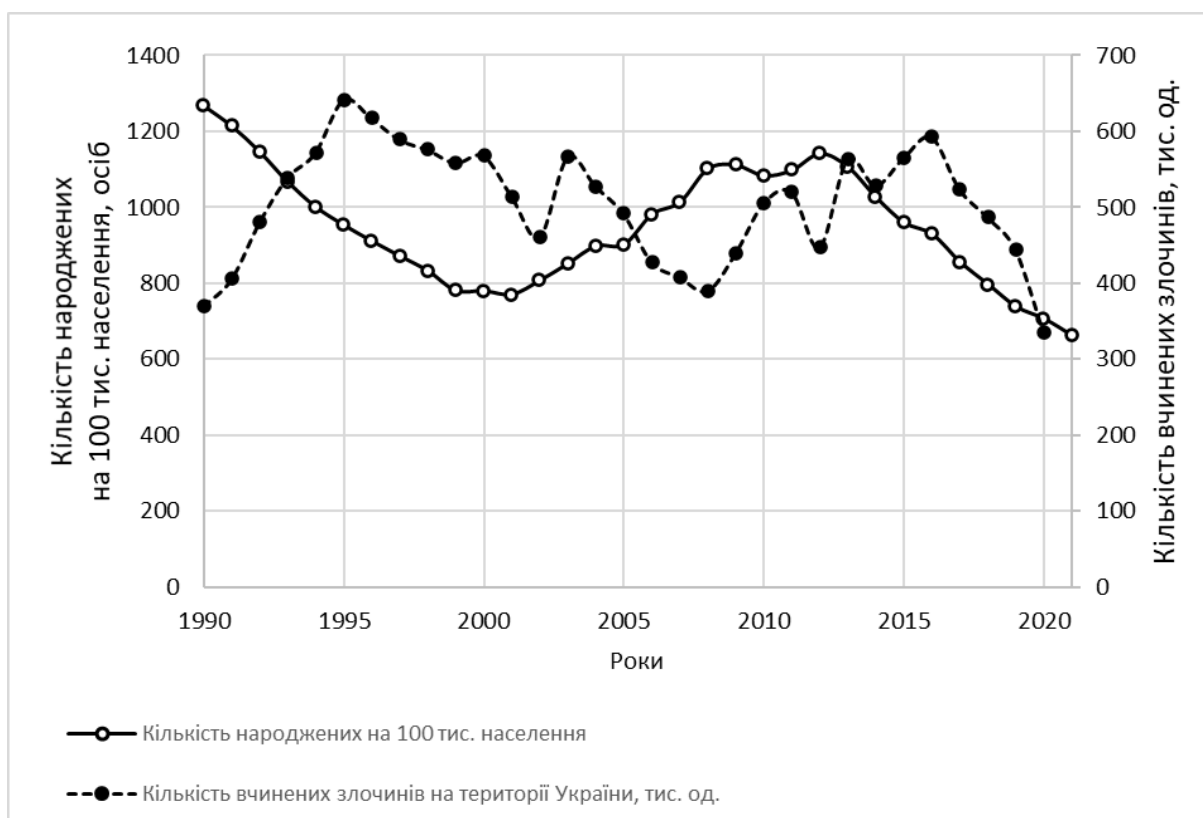


Рис. 3. Динаміка зміни коефіцієнта народжуваності та кількості вчинених злочинів на території України за 1990–2021 рр.

На рисунку 3 подається також динамічний ряд загальної кількості вчинених злочинів на території України в період 1990–2020 рр., який розглядатиметься як екзогенна змінна ( $Y_t$ ) при побудові регресійних моделей народжуваності. Наведена динаміка злочинності є офіційною статистичною інформацією Державної служби статистики України<sup>2</sup> та інших статистичних даних<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Демографічна та соціальна статистика // Державна служба статистики України : офіц. сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 22.02.2024).

<sup>2</sup> Демографічна та соціальна статистика // Державна служба статистики України : офіц. сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 22.02.2024).

<sup>3</sup> Статистика // Новий Кримінальний Кодекс : сайт. URL: <https://newcriminalcode.org.ua/statistics> (дата звернення: 22.02.2024).

Насамперед для оцінки наявності кореляційного зв'язку між зазначеними показниками вхідні дані було відображено у вигляді точок на кореляційному полі (рис. 4). До того ж, очікуючи певної інерційності в реакціях показника народжуваності на зміну рівня злочинності, досліджувалася також тіснота кореляційного зв'язку між зазначеними показниками за наявності лагового зміщення в один ( $\Delta = 1$ ) та два роки ( $\Delta = 2$ ). Як бачимо з наведених на рис. 4 даних, кореляційний зв'язок між народжувані-

стю та злочинністю без урахування лагового зсуву є практично відсутнім ( $R^2 = 0,0076$ ), проте його ступінь починає краще проявлятися внаслідок введення часової затримки. І при  $\Delta = 2$  коефіцієнт кореляції вже дорівнює  $R = -0,57$  ( $R^2 = 0,3239$ ), що вказує на доволі помірний лінійний зв'язок зворотного напрямку між злочинністю та народжуваністю. Інакше кажучи, це означає, що ефект від зміни загального рівня криміногенності в країні спостерігається лише за два роки.

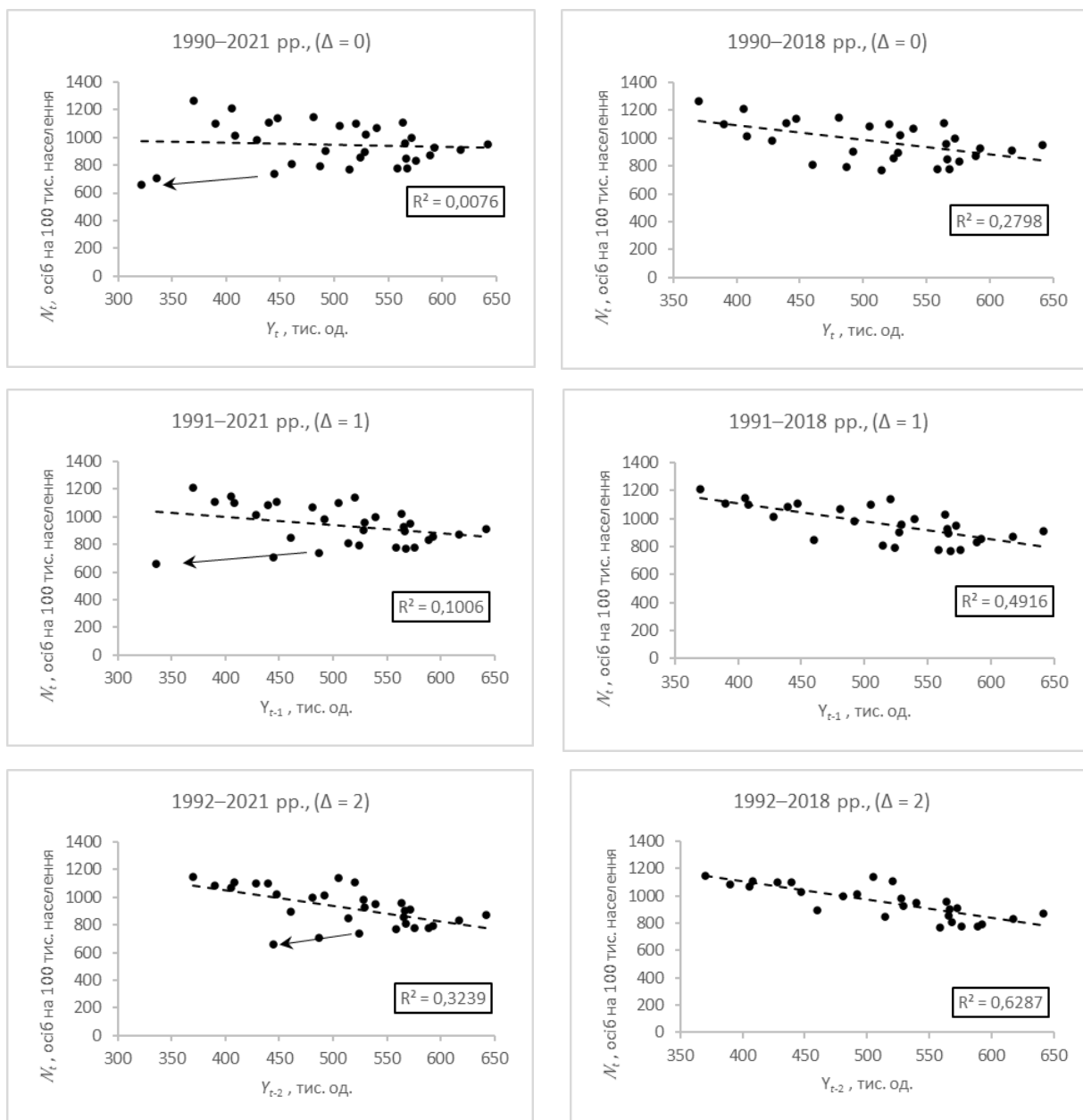


Рис. 4. Кореляційне поле та загальний аналіз наявності лінійного зв'язку між коефіцієнтом народжуваності та рівнем злочинності в Україні за відсутності та за наявності лагового зсуву

Крім того, детальніший аналіз структури кореляційного поля при  $\Delta = 1$  та  $\Delta = 2$  дозволив виокремити ділянку прямого лінійного

зв'язку між коефіцієнтом народжуваності та рівнем злочинності, що не відповідає загальній зворотній тенденції. Тобто ця ділянка

(позначена стрілками на рис. 4) характеризується зменшенням народжуваності при відповідному зниженні загальної кількості злочинів. До того ж відзначена динаміка прослідковується у чіткому хронологічному порядку в період 2018–2021 рр. Отже, такі кардинальні зміни у взаємозв'язку між досліджуваними показниками вказують на появу додаткового (зовнішнього), доволі істотного чинника впливу, що призводить до порушення зазначених вище закономірностей.

Подібна ситуація зі зміною спрямованості кореляційного зв'язку спостерігалася й при побудові економічної моделі народжуваності (Шевчук, 2023б). Проте тоді зміна у спрямованості досліджуваних показників фіксувалася з 2015 р. і була зумовлена гібридними воєнними діями РФ на території України. У цьому ж випадку основні порушення у виявленій закономірності починають проявлятися лише з 2018 р. Причиною цього може бути як уведення лагової затримки показника народжуваності, так і системний вплив військової агресії РФ на формування загальної соціальної поведінки в суспільстві з відповідною реакцією в значеннях обох досліджуваних показників: як народжуваності, так і злочинності. У такому разі додатковим і, можливо, ключовим чинником впливу виступає й запроваджений у 2017 р. безвізовий режим між Україною та Європейським Союзом. Відкриття кордонів із країнами ЄС фактично призвело до суттєвих трансформаційних змін у загальних міграційно-демографічних процесах, які підсилювалися політичною нестабільністю й бойовими діями на сході країни. У зв'язку із цим після 2018 р. зменшення показника народжуваності вже є наслідком саме системних соціально-політичних та міграційних явищ і тому не відповідає попередньо виявленій загальній тенденції.

Для оцінки зроблених припущень часовий період 2019–2021 рр. був виключений з кореляційно-регресійного аналізу та проведений повторний розрахунок коефіцієнтів детермі-

нації. Як бачимо з даних, наведених на рис. 4, показники кореляції між злочинністю та народжуваністю, що розраховані в період 1990–2018 рр., виявились значно істотнішими. Причому їх збільшення фіксується як за наявності лагового зміщення, так і за його відсутності. Проте найвищий коефіцієнт детермінації ( $R^2 = 0,6287$ ) спостерігається саме при  $\Delta = 2$ . Тому в подальшому будемо розглядати та аналізувати саме модель залежності показника народжуваності від загального рівня злочинності лише за наявності лагового зміщення у два роки між цими показниками. Також, враховуючи різну спрямованість у взаємозв'язку між змінними  $N_t$  та  $Y_{t-2}$  на окремих часових інтервалах, на початковому етапі побудуємо комбіновану двоперіодну модель народжуваності.

З огляду на дані, наведені на кореляційному полі (рис. 4), при  $\Delta = 2$  припускаємо, що для кожного окремого часового проміжку існує лінійна залежність між коефіцієнтом народжуваності ( $N_t$ ) та загальною кількістю злочинів в Україні ( $Y_t$ ) з лаговим зсувом у два роки:

$$N_t = a_0 + a_1 Y_{t-2} + \varepsilon_t, \\ \hat{N}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 Y_{t-2}, \\ \varepsilon_t = N_t - \hat{N}_t, \quad (2)$$

де  $a_0, a_1$  – невідомі параметри економетричної моделі для певного періоду,  $\hat{a}_0$  та  $\hat{a}_1$  – їхні відповідні оцінки;  $\varepsilon_t$  – залишки.

Загальна оцінка параметрів  $a_0$  та  $a_1$  проводилась окремо для кожного часового проміжку за методом найменших квадратів із використанням функції «Регресія» надбудови «Аналіз даних» у програмі MS Excel. Результати таких розрахунків графічно наведено на рис. 5 у вигляді регресійних рівнянь, а їхні оціночні характеристики для періоду 1992–2018 рр. наведено в таблицях 1 та 2. Модель виявилася адекватною, а всі її параметри – статистично значущими. Перевірка проводилась з використанням критеріїв Фішера та Стьюдента.

Таблиця 1

## Регресійна статистика та дисперсійний аналіз моделі (4) для I періоду (1992–2018)

Регресійна статистика		Дисперсійний аналіз					
			<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
<i>R</i>	-0,793	Регресія	1	258584,1	248584,1	42,3	0,0000
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,629	Залишок	25	146807,9	5872,3		
<i>R</i> <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	0,614	Разом	26	395391,9			
Стандартна помилка	76,6						
<i>n</i>	27						

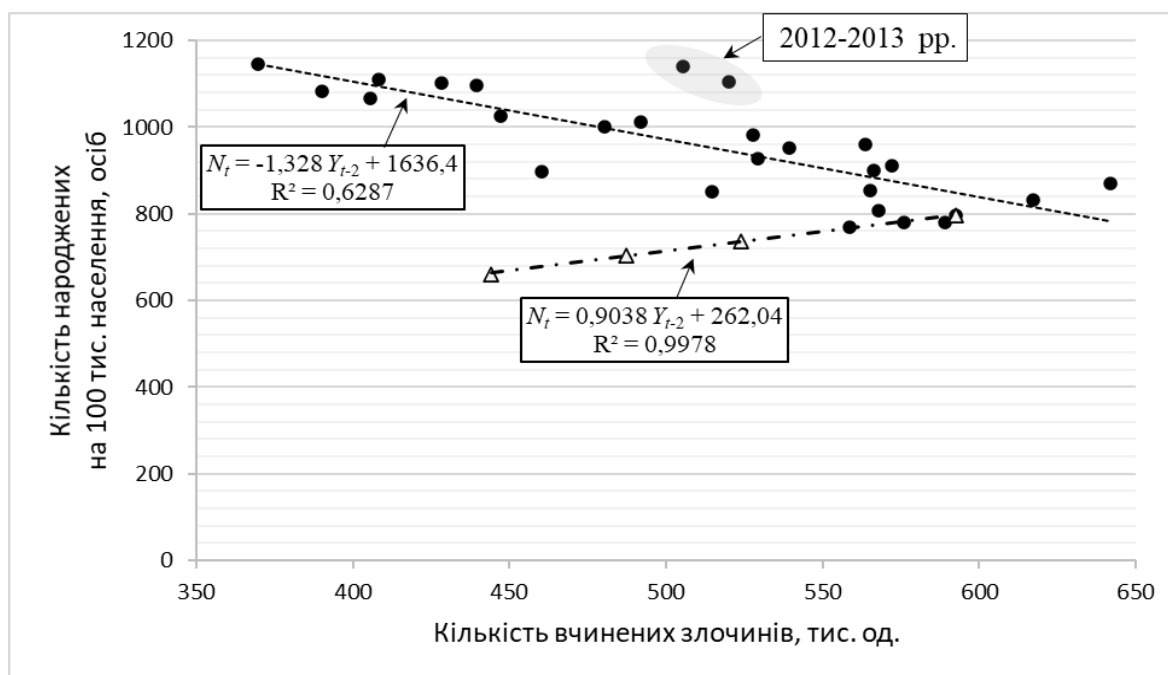


Рис. 5. Кореляційне поле та відповідна комбінована модель залежності між коефіцієнтом народжуваності та загальним рівнем злочинності в Україні з урахуванням лагового зсуву  $\Delta = 2$

Таблиця 2

**Оцінка значущості параметрів моделі (4) для I періоду (1992–2018)**

Параметр	Значення коефіцієнта	Стандартна помилка	<i>t-stat</i>	<i>p-value</i>	Довірчий інтервал, $\alpha = 0,05$
$\hat{a}_0$	1636,4	105,9	15,46	0,00000	(1418,3; 1854,4)
$\hat{a}_1$	-1,328	0,204	-6,51	0,00000	(-1,749; -0,908)

Також з метою отримання узагальненої оцінки впливу злочинності на коефіцієнт народжуваності додатково був розрахований середній показник еластичності для цього періоду:

$$E_{N,Y} = \hat{a}_1 \times \frac{\bar{Y}}{\bar{N}} = -0,71. \quad (3)$$

Його значення вказує на те, що середнє зменшення рівня злочинності на 1% супроводжується збільшенням коефіцієнта наро-

джуваності на 0,71% при часовому зсуві у два роки.

Для часового проміжку 2018–2021 рр. оціночних характеристик не наводимо через незначну кількість наявних спостережень. Проте саме розташування точок на кореляційному полі та значення коефіцієнта детермінації (рис. 5) вказує на те, що між показниками моделі спостерігається практично прямий лінійний зв'язок.

Отже, комбіновану модель народжуваності можна подати у вигляді:

$$\hat{N}_t = \begin{cases} 1636,4 - 1,328 \times Y_{t-2}, & \text{для I періоду (1992–2018);} \\ 262,04 + 0,904 \times Y_{t-2}, & \text{для II періоду (2018–2021).} \end{cases} \quad (4)$$

Загальну оцінку побудованої двоперіодної моделі (4) проведено на основі індексу ко-

реляції та середньої абсолютної процентної помилки:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{t=1}^n (N_t - \hat{N}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (N_t - \bar{N}_t)^2}} = 0,865; \quad MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{N_t - \hat{N}_t}{N_t} \right| \times 100\% = 5,38\%. \quad (5)$$

Отримані значення з урахуванням макрорівня досліджуваних показників вказують на її доволі високу точність інтерполяції (5).

Графічне порівняння емпіричного коефіцієнта народжуваності з його теоретичною оцінкою, отриманою на основі рівнянь (4), подано на рис. 6.

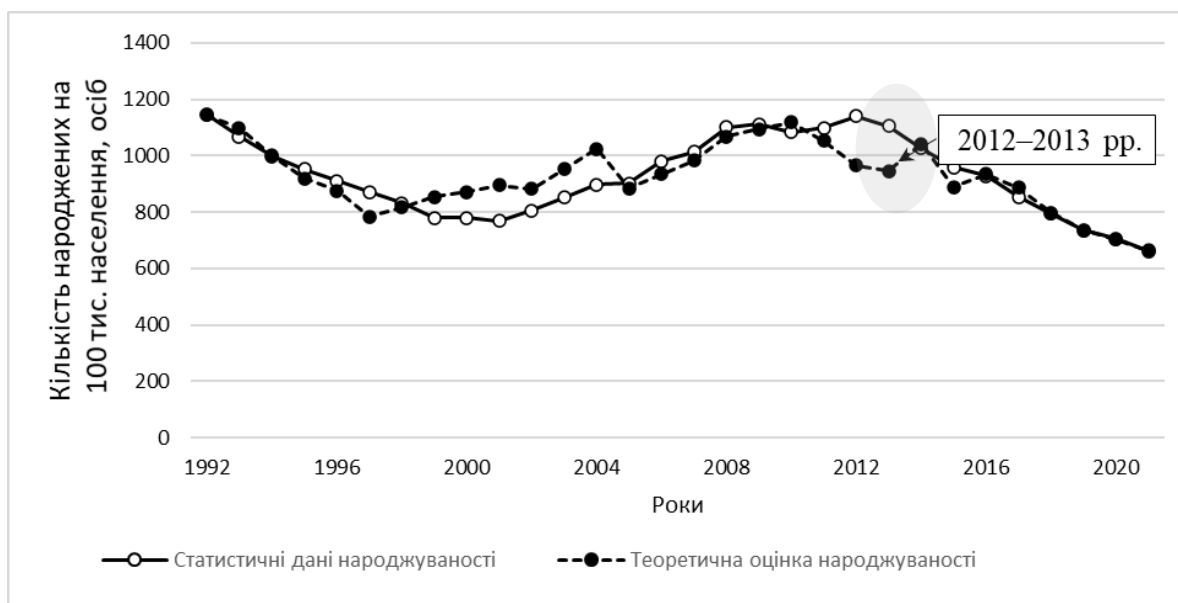


Рис. 6. Показник народжуваності на 100 тис. населення України ( $N_t$ ) у період 1992–2021 рр. та його відповідна теоретична оцінка ( $\hat{N}_t$ ) за комбінованою моделлю (4)

Візуальний аналіз побудованих графіків дозволяє виокремити ділянку 2012–2013 рр. (окремо позначена на рисунках 5 та 6), для якої є характерною найістотніша неузгодженість між статистичними даними та відповідно їхньою змодельованою оцінкою (4), а саме: коефіцієнт народжуваності для цих років є значно вищим за його прогнозований (змодельований) рівень. Така позитивна динаміка, як показують додаткові спостереження, найімовірніше пов'язана із запровадженням у 2011 р. суттєвого збільшення розміру фінансової допомоги при народженні дитини<sup>1</sup>. Зокрема, з 1 січня 2011 р. виплати збільшилися удвічі: при народженні першої дитини – до 25,05 тис. грн, другої – до 50,1 тис. грн, третьої – до 100,2 тис. грн. Така фінансова підтримка була доволі вагомою на той час, а тому вона стала суттєвим стимулом, особливо для тих сімей, які вже мали хоча б одну дитину й замислювалися над

подальшим розширенням своєї родини. На жаль, вона стимулювала й малозабезпечені та неблагополучні сім'ї, для яких ці виплати виявилися доволі вагомим та чи не єдиним фактором покращення свого матеріального становища. Як наслідок, у 2012 та 2013 рр. фіксується значна неузгодженість між емпіричними та теоретичними даними. Проте отриманий позитивний ефект був короткотривалим і в подальшому не спостерігався. Причини цього може критися в девальвації національної валюти та посиленні політичної нестабільності в країні.

Для наближеної оцінки рівня збільшення показника народжуваності у 2012–2013 рр. було змінено специфікацію побудованої моделі через уведення додаткового індикатора ( $K_t$ ) фінансового стимулювання:

$$K_t = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t \notin [2012 \text{ р.}; 2013 \text{ р.}] \\ 1, & \text{якщо } t \in [2012 \text{ р.}; 2013 \text{ р.}] \end{cases} \quad (6)$$

Також для об'єднання окремих часових періодів моделі (4) уведено індикатор  $E_t$ , що

дає можливість через його коефіцієнт провести узагальнену оцінку щорічно наростаючого ефекту зменшення народжуваності (2018–

<sup>1</sup> Про внесення змін до Закону України «Про державну допомогу сім'ям з дітьми» щодо виплати допомоги при народженні дитини : Закон України від 17.10.2009 № 1723-VI //

Президент України : офіц. сайт. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/1723-vi-9746> (дата звернення: 22.02.2024).



2021), викликаного системними соціально-політичними кризовими явищами та впровадженням безвізового режиму з країнами ЄС:

$$E_t = \begin{cases} 0, & \text{до впровадження безвізового режиму з ЄС (до 2018 р.),} \\ 1, 2, \dots, t^*, & \text{після впровадження безвізового режиму з ЄС (з 2018 р.).} \end{cases} \quad (7)$$

Отже, з урахуванням наведених вище індикаторів множинне рівняння регресії набуде вигляду:

$$N_t = a_0 + a_1 Y_{t-2} + a_2 K_t + a_3 E_t + \varepsilon_t. \quad (8)$$

Результат проведених розрахунків подається у вигляді множинного рівняння регресії (9) та відповідних оціночних характеристик (таблиці 3 та 4).

$$\hat{N}_t = 1597,45 - 1,273 \cdot Y_{t-2} + 178,58 \cdot K_t - 269,83 \cdot E_t. \quad (9)$$

Таблиця 3

Регресійна статистика та дисперсійний аналіз моделі (9)

Регресійна статистика		Дисперсійний аналіз					
			<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
<i>R</i>	-0,921	Регресія	3	485185,5	161728,5	48,7	0,0000
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,849	Залишок	26	86276,3	3318,3		
<i>R</i> <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	0,832	Разом	29	571461,8			
Стандартна помилка	57,6						
<i>n</i>	30						

Таблиця 4

Оцінка значущості параметрів моделі (9)

Параметр	Значення коефіцієнту	Стандартна помилка	<i>t-stat</i>	<i>p-value</i>	Довірчий інтервал, $\alpha = 0,05$
$\hat{a}_0$	1597,45	78,75	20,29	0,00000	(1435,6; 1759,3)
$\hat{a}_1$	-1,273	0,152	-8,39	0,00000	(-1,584; -0,961)
$\hat{a}_2$	178,58	42,35	4,22	0,00026	(91,52; 265,6)
$\hat{a}_3$	-269,83	42,79	-6,31	0,00000	(-357,8; -181,9)

Як бачимо з наведених даних, запропонована модель зміни народжуваності є адекватною, а всі її параметри – статистично значущими. Зокрема, значення **MAPE** (4,72 %) (10),

нормований (скоригований) коефіцієнт детермінації (0,832) та графічне порівняння емпіричних і теоретичних даних (рис. 7) вказують на її доволі високу точність.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{N_t - \hat{N}_t}{N_t} \right| \times 100 \% = 4,72 \%. \quad (10)$$

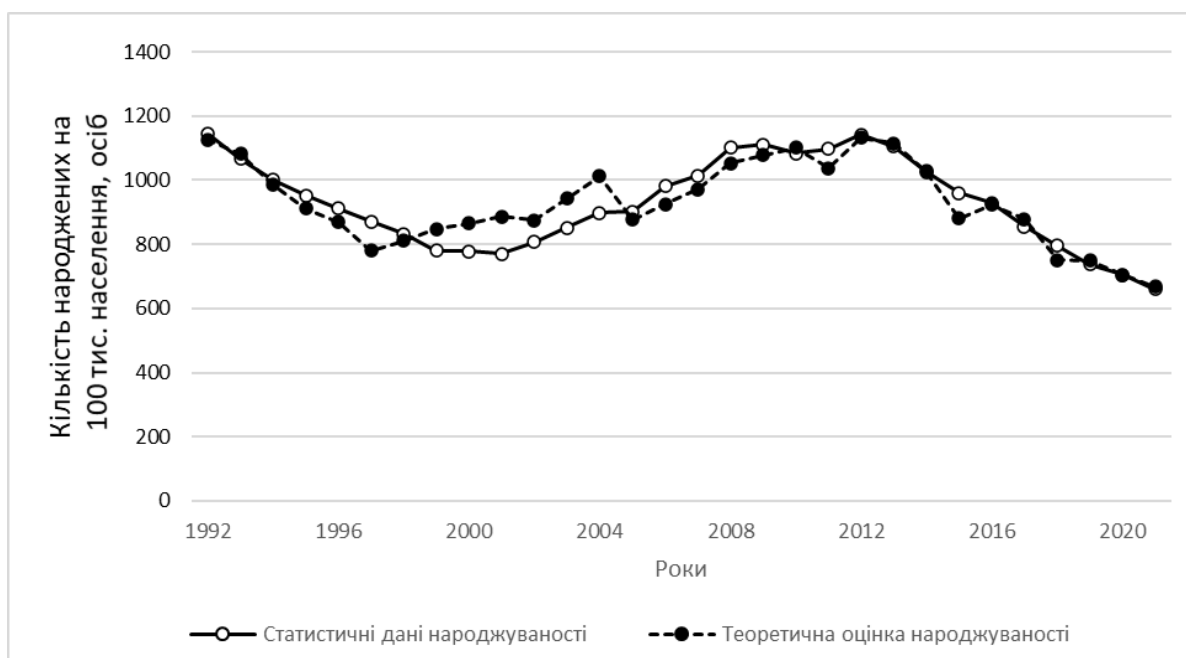


Рис. 7. Показник народжуваності на 100 тис. населення України ( $N_t$ ) у період 1992–2021 рр. та його відповідна теоретична оцінка ( $\hat{N}_t$ ) за модифікованим регресійним рівнянням (9)

Аналізуючи отримане рівняння (9) бачимо, що оцінки коефіцієнтів  $a_0$  та  $a_1$  (9) дещо зменшилися, якщо порівняти з їхніми відповідними значеннями, отриманими для першого регресійного рівняння комбінованої моделі (4). Проте їхня точність для заданої надійності  $\gamma = 0,95$ , навпаки, збільшилася (таблиці 3 та 4). Зокрема, можна відмітити, що при зменшенні загальної кількості злочинів на 10 тис. одиниць через два роки очікується збільшення коефіцієнта народжуваності на 12,73 осіб з розрахунку на 100 тис. населення за умови незмінності інших індикаторів моделі. При цьому довірчий інтервал цього значення становить (9,61; 15,84) для п'ятивідсоткового рівня значущості. Крім того, отримане регресійне рівняння дає оцінку збільшення коефіцієнта народжуваності за рахунок підвищення грошових виплат у 2012 та 2013 рр. на рівні 178,58 осіб на 100 тис. населення з довірчим інтервалом (91,5; 265,6). Щорічно наростаюче зменшення народжуваності (після 2018 р.), викликане системними соціально-політичними кризовими явищами та впровадженням безвізового режиму з країнами ЄС (міграційна складова), оцінюється на рівні 270 осіб.

Зауважимо також, що всі наведені вище оцінки мають наближений характер і отримані на основі висунутої теоретичної гіпотези про наявність кореляційного зв'язку між народжуваністю та злочинністю в Україні. Тому найбільша неузгодженість емпіричних даних у 2012–2013 рр. та 2019–2021 рр. з отримани-

ми загальними статистичними закономірностями враховується в узагальненій моделі (9) внаслідок уведення індикаторних змінних, коефіцієнти яких наближено оцінюють (акумують) зовнішній вплив сторонніх факторів.

Значення цих коефіцієнтів є справедливими в межах цієї моделі та підлягатимуть уточненню при доповненні отриманого регресійного рівняння іншими соціально-економічними предикторами народжуваності. Такий узагальнений аналіз буде проведено в наступній роботі при побудові відповідної множинної моделі.

**ВИСНОВКИ.** Проведений статистичний аналіз дозволив підтвердити висунуту гіпотезу про наявність кореляційного зв'язку між народжуваністю та загальною кількістю вчинених злочинів на території України. При цьому побудована регресійна модель враховує дворічну лагову затримку в реакціях значень показника народжуваності на зміну рівня злочинності та висвітлює два окремі часові періоди. Для першого періоду (1992–2018) є характерним доволі тісний лінійний зв'язок зворотного напрямку ( $R = -0,793$ ), причому загальне зменшення рівня злочинності на 1 % супроводжується збільшенням коефіцієнта народжуваності на 0,71 %. Для другого періоду (2018–2021) відбувається зміна спрямованості зв'язку зі зворотного на прямий (обидва показники одночасно зменшуються), що зумовлюється системним впливом соціально-політичних кризових явищ, гібридними воєнними

діями рф та відповідно активізацією міграційних процесів внаслідок запровадження безвізового режиму з країнами ЄС.

Використання додаткових індикаторних змінних дозволило побудувати узагальнену регресійну модель залежності показника на-

роджуваності від рівня криміногенності в країні та на її основі провести наближену оцінку як позитивного впливу фінансового стимулювання (2012–2013), так і негативного, спричиненого системними кризовими явищами (2018–2021)

### СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Біткова Т. В., Гумірова Ю. С. Моделювання впливу демографічних процесів на економічне зростання: системно-динамічний підхід. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2018. Вип. 6 (68). С. 164–172. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-26>.
2. Бурлан С. А., Каткова Н. В., Марущак С. М. Оцінювання взаємозв'язків між рівням життя населення, соціально-економічними і демографічними процесами в Україні. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії і практики*. 2021. № 2 (37). С. 482–492. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptr.v2i37.230665>.
3. Ларченко М. О. Соціально-економічні фактори в прогнозній оцінці стану злочинності в Україні. *Форум права*. 2019. № 4 (57). С. 47–58. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3403554>.
4. Ляшенко О. М., Дума Л. В., Бажанова Н. В. Багатофакторне економетричне моделювання людського розвитку країн. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія «Економіка і управління»*. 2020. Т. 31 (70), № 4. С. 139–144. DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-4-48>.
5. Населення України. Демографічні тенденції в Україні у 2002–2019 рр. : монографія / за ред. О. М. Гладуна. Київ : Ін-т демографії та соц. досліджень імені М. В. Птухи НАН України, 2020. 174 с.
6. Шевчук О. Ф. Внутрішній валовий продукт як предиктор рівня народжуваності в Україні. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2023б. № 1 (63). С. 72–87. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2023-1-6>.
7. Шевчук О. Ф. Регресійна модель рівня злочинності на основі головного індикатора економічного розвитку України. *Форум права*. 2023а. № 1 (74). С. 33–44. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7016661>.
8. Churchill S. A., Smyth R., Trinh T.-A., Yew S. L. Local crime and fertility. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2022. Vol. 200. Pp. 312–331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2022.06.019>.
9. Comanor W. S., Phillips L. The Impact of Income and Family Structure on Delinquency. *Journal of Applied Economics*. 2002. Vol. 5, Iss. 2. Pp. 209–232. DOI: <https://doi.org/10.1080/15140326.2002.12040577>.
10. Errol Z., Madsen J. B., Moslehi S. Social disorganization theory and crime in the advanced countries: Two centuries of evidence. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2021. Vol. 191. Pp. 519–537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.09.017>.
11. Harper C. C., McLanahan S. S. Father Absence and Youth Incarceration. *Journal of Research on Adolescence*. 2004. Vol. 14. Pp. 369–397. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2004.00079.x>.
12. Huang T. Jr., Chiang T.-F., Pan J.-N. Fertility and Crime: Evidence from Spatial Analysis of Taiwan. *Journal of Family and Economic Issues*. 2015. Vol. 36. Pp. 319–327. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10834-015-9440-9>.
13. Ospina L., Hurtado D. The effect of crime on adolescent fertility in Colombia. *Revista Desarrollo Y Sociedad*. 2022. Vol. 90. Pp. 43–76. DOI: <https://doi.org/10.13043/DYS.90.2>.
14. Tamura R., Kendall T. Unmarried Fertility, Crime, and Social Stigma. *Journal of Law and Economics*. 2010. Vol. 53. Pp. 185–221. DOI: <https://doi.org/10.1086/596116>.
15. Varvarigos D., Arsenis P. Corruption, fertility, and human capital. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2015. Vol. 109. Pp. 145–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.11.006>.

Надійшла до редакції: 27.02.2024

Прийнята до опублікування: 16.06.2024

### REFERENCES

1. Bitkova, T. V., & Humirova, Yu. S. (2018). Modeling of the impact of demographic processes on economic growth: a system-dynamic approach. *Problems of Systemic Approach in the Economy*, 6(68), 164–172. <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-26>.
2. Burlan, S. A., Katkova, N. V., & Marushchak, S. M. (2021). Evaluation of the correlation between the living standards level, socio-economic and demographic processes in Ukraine. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 2(37), 482–492. <https://doi.org/10.18371/fcaptr.v2i37.230665>.
3. Churchill, S. A., Smyth, R., Trinh, T.-A., & Yew, S. L. (2022). Local crime and fertility. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 200, 312–331. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2022.06.019>.

4. Comanor, W. S., & Phillips, L. (2002). The Impact of Income and Family Structure on Delinquency. *Journal of Applied Economics*, 5(2), 209–232. <https://doi.org/10.1080/15140326.2002.12040577>.
5. Errol, Z., Madsen, J. B., & Moslehi, S. (2021). Social disorganization theory and crime in the advanced countries: Two centuries of evidence. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 191, 519–537. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.09.017>.
6. Harper, C. C., & McLanahan, S. S. (2004). Father Absence and Youth Incarceration. *Journal of Research on Adolescence*, 14, 369–397. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2004.00079.x>.
7. Hladun, O. M. (Ed.). (2020). *Population of Ukraine. Demographic trends in Ukraine in 2002–2019*. Ptukha Institute for Demography and Social Studies NAS of Ukraine.
8. Huang, T. Jr., Chiang, T.-F., & Pan, J.-N. (2015). Fertility and Crime: Evidence from Spatial Analysis of Taiwan. *Journal of Family and Economic Issues*, 36, 319–327. <https://doi.org/10.1007/s10834-015-9440-9>.
9. Larchenko, M. O. (2019). Socio-economic factors in the predictive assessment of the state of crime in Ukraine. *Forum of Law*, 4(57), 47–58. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3403554>.
10. Lyashenko, O. M., Duma, L. V., & Bazhanova, N. V. (2020). Multifactor econometric modeling of human development of countries. *Scientific notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Economics and Management*, 31(4), 139–144. <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-4-48>.
11. Ospina, L., & Hurtado, D. (2022). The effect of crime on adolescent fertility in Colombia. *Revista Desarrollo Y Sociedad*, 90, 43–76. <https://doi.org/10.13043/DYS.90.2>.
12. Shevchuk, O. F. (2023a). Crime Level Regression Model Based on the Main Indicator of Economic Development of Ukraine. *Forum of Law*, 1(74), 33–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7016661>.
13. Shevchuk, O. F. (2023b). Gross domestic product as a predictor of the birth rate in Ukraine. *Economy, Finances, Management: Topical Issues of Science and Practice*, 1(63), 72–87. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2023-1-6>.
14. Tamura, R., & Kendall, T. (2010). Unmarried Fertility, Crime, and Social Stigma. *Journal of Law and Economics*, 53, 185–221. <https://doi.org/10.1086/596116>.
15. Varvarigos, D., & Arsenis, P. (2015). Corruption, fertility, and human capital. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 109, 145–162. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.11.006>.

*Received the editorial office: 27 February 2024*

*Accepted for publication: 16 June 2024*

### **OLEKSANDR FEDOROVYCH SHEVCHUK,**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor  
Vinnytsia National Technical University,  
Department of Computer Sciences;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8600-0700>,  
e-mail: shevchuk177@gmail.com*

### **CRIME AND BIRTH RATE IN UKRAINE: MODELLING AND STATISTICAL ANALYSIS**

The article is devoted to empirical testing of the hypothesis that there is a correlation between the birth rate and the overall level of crime in Ukraine. A detailed analysis of the relevant correlation field confirms the hypothesis, but such a relationship, as shown by the calculation of determination coefficients, depends on the level of lag between the indicators and reaches its maximum value at a time lag of two years between them. The study has also identified an atypical area of direct linear relationship between birth rate and crime (2018–2021), which does not correspond to the general reverse trend.

The combined two-period birth rate model built as a result of the correlation and regression analysis proved to be adequate, with a fairly high interpolation accuracy ( $R = 0.865$ ;  $MAPE = 5.38\%$ ). In addition, for the first period (1992–2018), an overall decrease in the crime rate by 1 % was accompanied by an increase in the birth rate by 0.71 % with a time shift of two years. In the second period (2018–2021), on the contrary, there was a simultaneous decrease in both indicators. Such atypical behaviour (compared to the previously identified general pattern) is explained by the systemic influence of a number of factors, among which the key ones are the hybrid military actions of the Russian Federation on the territory of Ukraine and the corresponding significant increase in migration processes due to the introduction of a visa-free regime with the EU countries.

An attempt has been made to combine separate time periods with one regression equation by introducing additional indicator variables. The generalised model of the change in the birth rate depending on the level of criminality of a country obtained as a result of the proposed

approach proved to be adequate, and all its parameters were statistically significant. In particular, according to the estimates made on the basis of the model, it was found that with an overall reduction in the level of criminality of the country by 10 thousand crimes in two years, the birth rate is expected to increase by 12.73 persons per 100 thousand population, provided that other indicators of the model remain unchanged. The confidence interval of this value is (9.61; 15.84) for a five per cent level of significance. The proposed approach made it possible to conduct an approximate assessment of the effect of the increase in the birth rate in 2012–2013 due to the increase in financial payments at childbirth.

**Key words:** *number of crimes committed, crime, birth rate, modelling, regression equation, regression model of birth rate.*

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):** Шевчук О. Ф. Злочинність і народжуваність в Україні: моделювання та статистичний аналіз. *Право і безпека*. 2024. № 2 (93). С. 55–67. DOI: <https://doi.org/10.32631/pb.2024.2.05>.

**Citation (APA):** Shevchuk, O. F. (2024). Crime and birth rate in Ukraine: modelling and statistical analysis. *Law and Safety*, 2(93), 55–67. <https://doi.org/10.32631/pb.2024.2.05>.