

МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗЛОЧИННОСТІ В УКРАЇНІ

¹Вінницький національний технічний університет

Проведено інформаційно-аналітичне дослідження кореляційних зв'язків між кількістю вчинених злочинів на території України та загальною чисельністю студентів закладів вищої освіти (ЗВО). Деталізований аналіз відповідного кореляційного поля, в розрізі окремих часових періодів, дозволив виділити три області точок з досить тісним лінійним зв'язком між зазначеними показниками.

У першому періоді (1990—1994 рр.) стрімке зростання рівня криміногенності країни за незначних змін контингенту студентів ЗВО обумовлюється кризовими соціально-економічними явищами, викликаними розпадом СРСР.

У другому часовому періоді (1995—2015 рр.) спостерігається характерний для досліджуваних показників причинно-наслідковий зв'язок зворотного напрямку. При цьому побудована регресійна модель виявилася адекватною, а всі її параметри — статистично значущими з довірчою ймовірністю $p = 0,95$. Зокрема встановлено, що середнє 1 %-не зростання чисельності студентів ЗВО, в цьому періоді, супроводжується 0,43 %-м зменшенням загальної кількості вчинених злочинів. Подібні статистичні оцінки отримано й з урахуванням лагової затримки в один рік у значеннях ендогенної змінної.

У третьому часовому періоді (2015—2021 рр.) відбувається зміна у напрямку кореляційного зв'язку між досліджуваними показниками. А саме встановлено, що середнє 1 %-не зменшення кількості студентів ЗВО супроводжується 2,23 %-м зменшенням кількості вчинених злочинів. Така атипова поведінка та порушення їхнього причинно-наслідкового зв'язку пояснюється системним впливом низки факторів, серед яких ключовими є гібридні військові дії РФ на території України з відповідним зростанням міграційних процесів внаслідок запровадження безвізового режиму з країнами ЄС.

В статті здійснено спробу поєднання окремих часових періодів (1995—2015 рр. та 2015—2021 рр.) одним регресійним рівнянням, через введення додаткових індикаторних змінних. Побудована в результаті запропонованого підходу узагальнена кримінологічна модель має високу точність (MAPE = 4,51 %), суттєві показники кореляції ($R = -0,937$), є адекватною, а всі її параметри — статистично значущими.

Ключові слова: кількість вчинених злочинів, злочинність, контингент студентів, моделювання, регресійна модель, аномальні значення.

Вступ

Злочинність, як невід'ємна складова соціальної реальності, є важливим об'єктом дослідження, на вивченні якої зосереджується значна увага не лише кримінологів, а й аналітиків, політологів, економістів, соціологів та представників інших наукових напрямків. Запропоновані, на сьогодні, теоретичні моделі кримінологічної поведінки суспільства пов'язують зростання загальної кількості злочинів з економічною нестабільністю та безробіттям, соціальною нерівністю та низьким рівнем освіти населення, політичними кризами та корупцією, неефективністю та недосконалістю системи правосуддя тощо [1].

Проте саме побудова емпіричних моделей дозволяє не лише підтвердити висунуті теоретичні гіпотези а й виділити та кількісно оцінити найістотніші предиктори злочинності, сформувати окремі територіальні (регіональні) кластерні групи, дослідити гендерний, расовий та віковий аспекти.

З іншого боку, досить значна кількість екзогенних (пояснювальних) змінних з тісними внутрішніми соціально-економічними зв'язками ускладнює процес побудови адекватних багатофакторних кримінологічних моделей поведінки суспільства. Результати проведених оцінок при цьому

можуть спотворюватися або ставати розмитішими через появу ефектів мультиколінеарності, автокореляції залишків, гетероскедастичності тощо [2].

З огляду на це, на початковому етапі необхідно ретельно досліджувати тісноту зв'язку та ступінь впливу кожного окремого фактора на рівень злочинності а лише потім проводити узагальнення отриманих результатів на основі цілісного аналізу. До того ж аналітичні розрахунки доцільно виконувати в межах статистичних даних окремих країн або регіонів, бо кожній такій територіальній одиниці притаманна власна модель економічного розвитку, геополітичні, національні й культурно-ідеологічні особливості, що безпосередньо впливають на формування загального рівня криміногенності.

Такий підхід сприятиме не лише розумінню сутності злочинності, а й слугуватиме основою для розробки ефективних управлінських стратегій та інтегрованих підходів у соціальній політиці що спрямовані на створення стабільного та безпечного суспільства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останні наукові дослідження показують, що рівень освіти населення та запроваджена освітня політика є не лише ключовими елементами розвитку людського капіталу а й виступають значними предикторами формування загального рівня злочинності будь-якої країни [3]—[6]. А саме, науковцями не лише теоретично а й емпірично доведено, що підвищення рівня освіти населення приводить до загального зменшення кількості вчинених злочинів. В контексті цього висунуто чимало теоретичних (соціологічних) гіпотез про те, що вищий рівень освіти сприяє формуванню та розвитку соціальних навичок [7], підвищує рівень самосвідомості щодо правових норм та моралі, покращує матеріальне становище [8], [9], що також знижує ймовірність вчинення особою злочину. Проте, наведені теоретичні моделі є доволі інерційними і тому не працюють саме у короткочасній перспективі, а тому найвірогіднішою виглядає гіпотеза запропонована в роботі [10]. Її автори стверджують, що рівень злочинності зменшується не через сам факт отримання освіти, а через просту зайнятість та стримування молодого покоління саме в ті роки, коли для них ймовірність скоїти злочин є найвищою. Тобто нижчий рівень злочинності пов'язується з відсутністю додаткового часу та «вільної енергії» для участі у злочинній діяльності. При цьому позитивний ефект від зайнятості (стримування) молоді саме у критичний період їхнього життя очікується не лише у короткостроковій а й довгостроковій перспективі.

Також науковцями досліджувався й вплив проведених освітніх реформ зі збільшенням як тривалості навчання так і зростання загального контингенту студентів закладів освіти. В результаті чого зафіксовано істотне зменшення показників злочинності що виявилось характерним для багатьох зарубіжних країн: Великобританії [11], Китаю [12], Австралії [13], Швеції [14], Сполучених Штатів Америки [10], Чилі [15], Італії [16], Індії [17] та інших.

Крім того статистичні оцінки та проведені відповідні розрахунки американської правозахисної групи Alliance for Excellent Education [18] показують, що через збільшення контингенту студентів закладів освіти очікується й значний економічний ефект, бо середня вартість навчання одного студента є значно нижчою у порівнянні з витратами на утримання одного в'язня. До того ж збільшення потоку інвестицій в освіту та модернізацію навчальних закладів призведе не лише до зниження рівня злочинності та кількості ув'язнених, а й до загального підвищення економічної активності населення.

Зазначимо також, що вітчизняними науковцями в цьому напрямку ґрунтовних досліджень з використанням імовірісно-статистичного апарату практично не проводилося. Зокрема в статті [19] автори наводять лише розраховані значення лінійних коефіцієнтів парної кореляції між кількістю виявлених злочинів та кількістю студентів ЗВО без проведення детального аналізу та побудови відповідних регресійних моделей. В роботах [20], [21] подано загальну описову характеристику та поверхневий аналіз впливу освіти на рівень злочинності в Україні.

З іншого боку, науковий інтерес становлять дослідження, в яких вивчатиметься не лише сам факт кореляційного зв'язку між освітою та злочинністю, а й аналізуватиметься його зміна під впливом певних кризових соціально-економічних та геополітичних явищ притаманних деякій країні.

Саме в таких складних перехідних трансформаційних процесах опинилась Україна після розпаду СРСР (1991 р.). За 30 років своєї незалежності країна переживала тривалі етапи як соціально-економічної так і геополітичної нестабільності. Затяжна відбудова національної економіки з неод-

норазовим знеціненням власної валюти, політичні кризи спровоковані Росією з відповідним зростанням протестних настроїв у суспільстві, Помаранчева Революція (2004—2005 рр.), Революція Гідності (2013—2014 рр.), гібридна військова агресія Росії з окупацією частин Донецької, Луганської областей та анексією Криму, карантинні обмеження викликані пандемією COVID-19, все це наклало неабиякий відбиток на формування внутрішніх соціальних взаємозв'язків у суспільстві. І тому, зазначені події повинні неодмінно братися до уваги для побудови відповідних емпіричних моделей.

Зокрема, в роботі [22], відзначається аномальна зміна показників злочинності у 2003, 2013 та 2020 роках. При цьому різке збільшення рівня криміногенності країни у 2003 та 2013 роках пояснюється суспільно-соціальним характером внаслідок зростання протестних настроїв населення, що передувало Помаранчевій революції і Революції Гідності, а відповідне зниження рівня злочинності у 2020 році зумовлено запровадженням обмежувальних карантинних заходів, викликаними пандемією COVID-19. В подальшому [23], запровадження відповідного індикатора наявності аномальних рівнів дало змогу побудувати удосконалену регресійну модель злочинності.

Зокрема, в роботі [24] під час побудови економетричної моделі народжуваності відмічалися три окремих періоди взаємозв'язку між показником народжуваності та рівнем економічного розвитку України. При цьому в межах кожного періоду не лише змінювалися параметри регресійних рівнянь за абсолютною величиною, а й відбувалася зміна напрямку виявленого зв'язку з прямого на зворотний, що, зокрема, пояснювалося початком гібридних військових дій Росії проти України у 2014 році.

Метою роботи є аналітичне дослідження кореляційного зв'язку між рівнем злочинності в Україні та загальною кількістю студентів закладів вищої освіти. Зокрема, завдання статті передбачають розробку відповідної регресійної моделі злочинності, статистичну оцінку та аналіз її параметрів, виявлення наявності загальних тенденцій та змін під впливом зовнішніх соціально-економічних та геополітичних факторів.

Результати дослідження

Інформаційно-аналітичне дослідження проводиться на основі офіційних статистичних даних Державної служби статистики України [25], звітів Національної поліції України [26] та веб-порталу Нового Кримінального Кодексу [27], що подаються у вільному доступі в мережі Інтернет. Зокрема, як ендогенну змінну (Y_t) розглянуто динамічний ряд загальної кількості вчинених злочинів на території України з 1990 по 2021 роки, а екзогенною змінною (S_t) є фактична чисельність студентів у закладах вищої освіти за відповідний період (рис. 1).

Для оцінки наявності та форми функціонального зв'язку між вищезазначеними показниками, вхідні дані відображено у вигляді точок на кореляційному полі (рис. 2) та розраховано відповідний коефіцієнт детермінації. Його значення ($R^2 = 0,0392$) а також поверхневий візуальний аналіз даних рис. 2, вказує на відсутність як лінійної, так і нелінійної залежності між загальним контингентом студентів ЗВО та кількістю скоєних злочинів в Україні.



Рис. 1. Динаміка зміни кількості вчинених злочинів на території України та загальної кількості осіб, що навчаються у закладах вищої освіти (1990—2021 рр.)

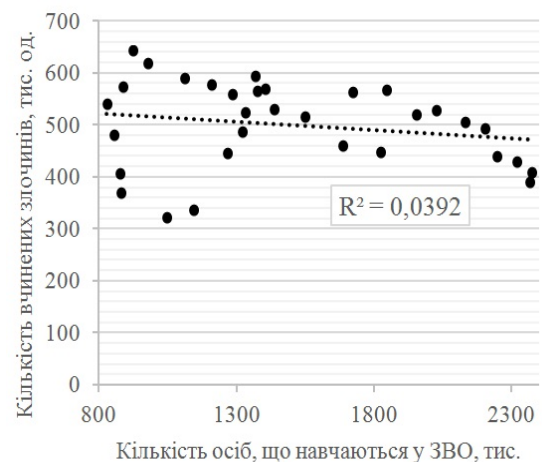


Рис. 2. Кореляційне поле та лінійне рівняння регресії між кількістю вчинених злочинів на території України та загальною кількістю студентів закладів вищої освіти (1990—2021 рр.)

Проте, деталізована оцінка в розрізі окремих часових періодів (рис. 3) дозволяє виокремити три області точок, з достатньо тісним лінійним зв'язком. Зауважимо, що подібна ситуація спостерігалася й під час побудови економетричної моделі народжуваності України [24], але довжини часових інтервалів в цьому випадку дещо відрізняються.

Для першої області точок є характерним доволі короткий часовий інтервал (1990—1993 рр.) з суттєвим зростанням рівня криміногенності країни за незначного та щорічного зменшення кількості студентів ЗВО. При цьому коренем (основною) таких змін найімовірніше виступають кризові соціально-економічні явища, спричинені розпадом Радянського Союзу.

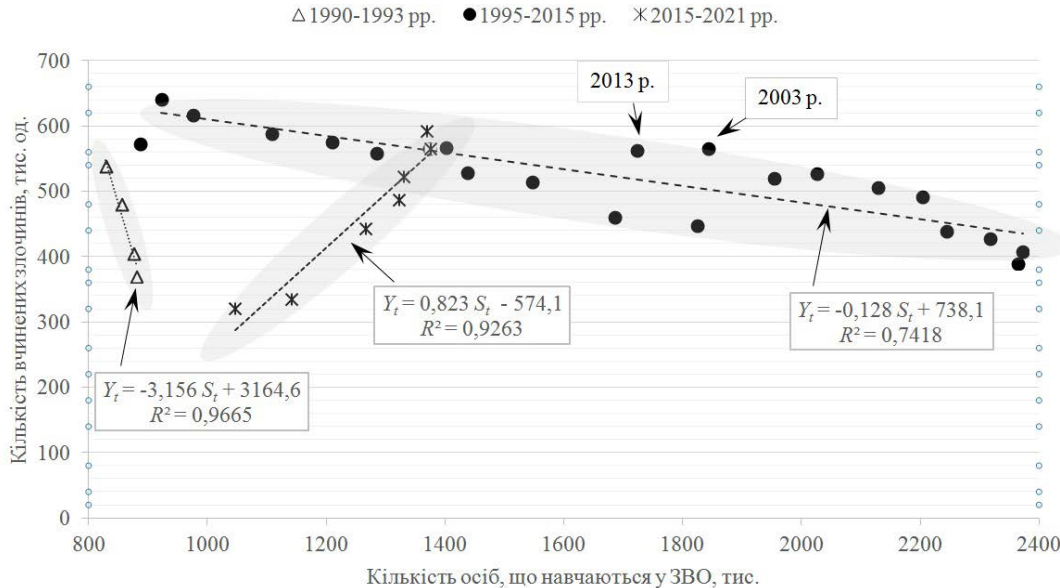


Рис. 3. Кореляційне поле та області лінійної залежності між кількістю вчинених злочинів на території України та загальним контингентом студентів закладів вищої освіти (1990—2021 рр.)

Проте, як виявилось, ефект їхньої дії на зниження кількості контингенту студентів був досить короткочасним і вже з 1994 року у населення зростає популярність та зацікавленість у здобутті вищої освіти. Очікуючи, певного підйому в економічному розвитку України, батьки заохочували та стимулювали своїх дітей до продовження навчання у ЗВО. З одного боку це давало можливість відтермінувати вихід неосвіченого та ще молодого покоління на неперспективний та малооплачуваний ринок праці, що на той час перебував у критичному періоді. З іншого боку — по закінченню ЗВО молодь отримувала значно вищу кваліфікацію, що гіпотетично у економічно розвинутішому майбутньому давало змогу отримати престижнішу та високооплачуванішу роботу. А відсутність, на той момент, оплати за навчання у ЗВО давало йому ще більшої привабливості.

Така поширена на той час ідеологія викликала не лише значне зростання кількості абітурієнтів, а й стимулювала відкриття нових державних та приватних закладів вищої освіти. До того ж, наявні ЗВО збільшували кількість спеціальностей та напрямків підготовки, розширювали ліцензійний обсяг внаслідок запровадження контрактної форми навчання, відкривали нові філії в інших містах. Як наслідок, в середині 2000-х років кількість студентів, що здобувало вищу освіту, перетнула позначку у два мільйони осіб і у 2007 році вона досягала свого історичного максимуму у 2372,5 тис. осіб.

Таке значне зростання кваліфікованих працівників з дипломом про вищу освіту фактично нівелювало його цінність і тому на ринку праці його наявність вже вимагалася подекуди навіть і для загальних робітничих професій.

Проте, збільшення кількості студентів ЗВО мало й позитивний ефект, що проявлявся у зменшенні загальної кількості вчинених злочинів. Саме такий зв'язок і прослідковано у часовому інтервалі (1995—2015 рр.) (див. рис. 3). Як видно з характерних для цього періоду набору даних, найнижчий рівень злочинності (близько 400 тис.), спостерігається саме за найбільшою кількістю студентів ЗВО (2007—2008 рр.). А подальше щорічне зменшення чисельності студентів (після 2008 року), навпаки, супроводжується зростанням рівня злочинності. При цьому залежність між показниками, впродовж усього періоду, залишається зворотною та близькою до лінійної.

Також на рис. 3. окремо відмічено й роки (2003 р. та 2013 р.) рівень злочинності яких, за прове-

деними в [22] розрахунками, вважався аномально високим. Як бачимо, й у цьому випадку, для зазначених років фіксується найістотніше додатне відхилення рівня злочинності від загальної тенденції, що зображена лінійним рівнянням регресії. Отже, цей факт з одного боку підтверджує попередній висновок про їхній аномальний характер, а з іншого — дає можливість удосконалити кримінологічну модель злочинності, внаслідок введення відповідного часового індикатора.

У наступному третьому періоді (2015—2021 рр.) на рис 3. прослідковується взаємозв'язок між загальним рівнем злочинності та кількістю студентів ЗВО, що формувався під впливом гібридної військової агресії, яку розпочала Росія проти України у 2014 році. Насамперед варто звернути увагу на зміну в напрямку такого зв'язку зі зворотного на прямий. А саме, для цього періоду є характерним як зменшення загальної кількості студентів ЗВО, так і суттєвий спад рівня криміногенності країни. Проте у перші роки військової агресії РФ істотних відхилень емпіричних даних від попередньо виявлених закономірностей, зазначених для другого часового періоду не спостерігалося, а найбільша неузгодженість, як видно з рис. 3, почала проявлятися лише після 2017 року.

В такому разі додатковим, і можливо одним із ключових чинників впливу є й запроваджений у 2017 році безвізовий режим між Україною та Європейським Союзом. Відкриття кордонів з країнами ЄС фактично призвело до суттєвих трансформаційних змін у загальних міграційно-демографічних процесах, які підсилювалися політичною нестабільністю й бойовими діями на сході країни. Зокрема істотно зросла й освітня міграція, популярність якої щороку підвищувалася серед молоді. Проте тепер (після 2017 року) навчання за кордоном ставало значно доступнішим та привабливішим. А тому кількість українців в іноземних університетах в останні роки суттєво зростала а у вітчизняних університетах навпаки скорочувалася.

Натомість суттєве зростання потоку трудової міграції сприяло зменшенню показників злочинності, проте в такому випадку ключову роль могла відігравати й окупація частин Луганської та Донецької областей а також анексія Криму. Отже, одночасне зменшення обох досліджуваних показників (після 2017 року) найімовірніше є наслідком системного впливу соціально-політичних кризових явищ викликаних гібридними військовими діями РФ на території України та відповідною активізацією міграційних процесів через запровадження безвізового режиму з країнами ЄС.

Проведений загальний аналіз дає підстави для впровадження комбінованої моделі, припускаючи, що для кожного окремого часового проміжку існує лінійна залежність між кількістю вчинених злочинів на території України (Y_t) та загальною кількістю (S_t) здобувачів вищої освіти:

$$\begin{aligned} Y_t &= a_0 + a_1 S_t + \varepsilon_t; \\ \hat{Y}_t &= \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_t; \\ \varepsilon_t &= Y_t - \hat{Y}_t, \end{aligned} \quad (1)$$

де a_0 , a_1 — невідомі параметри моделі, а \hat{a}_0 та \hat{a}_1 — їхня відповідна оцінка; ε_t — випадкова величина, що описує вплив сторонніх факторів.

Враховуючи досить малий обсяг емпіричних даних, віднесених до першого періоду (1990—1993 рр.), всі подальші розрахунки будуть проводитися лише для другого (1995—2015 рр.) та третього (2015—2021 рр.) часових інтервалів.

Загальна оцінка параметрів a_0 та a_1 проводилась окремо для кожного періоду за методом найменших квадратів (МНК) з використанням функції «Регресія» надбудови «Аналіз даних» у MS Excel. Результати розрахунків з відповідними оціночними характеристиками подано у табл. 1. Як видно з представлених даних, отримані регресійні рівняння виявились адекватними, а усі їхні параметри — статистично значущими.

Зазначимо також, що оцінку точності кожного часового інтервалу проведено на основі розрахунку середньої абсолютної помилки прогнозу (MAPE), а для узагальненої теоретичної оцінки впливу зміни рівня контингенту студентів ЗВО на показники злочинності, розраховано середню еластичність ($E_{Y,S}$) кожного лінійного відрізка

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y} \right| \cdot 100 \% ; \quad E_{Y,S} = \hat{a}_1 \frac{\bar{S}}{\bar{Y}}.$$

Результати проведених розрахунків подано у табл. 1 та у вигляді комбінованого регресійного рівняння:

$$\hat{Y} = \begin{cases} 738,06 - 0,128 \cdot S_t, & t = 1995 - 2015, \\ -574,1 + 0,823 \cdot S_t, & t = 2015 - 2021. \end{cases}$$

Таблиця 1

Оціночні характеристики комбінованої регресійної моделі народжуваності

Часовий період	Модель злочинності	Параметр	Розмір лагу	
			$\Delta = 0$	$\Delta = 1$
1995—2015 рр.	Лінійна однофакторна модель $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-\Delta}$	\hat{a}_0	738,06 (30,62)	718,81 (30,12)
		\hat{a}_1	-0,128 (0,017)	-0,118 (0,017)
		R	-0,86	-0,845
		R^2	0,74	0,713
		F	54,6	47,42
		MAPE	5,78 %	6,06 %
		$E_{Y,S}$	-0,42 %	-0,38 %
2015—2021 рр.	Лінійна однофакторна модель $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-\Delta}$	\hat{a}_0	-574,10 (131,89)	-863,28 (293,28)
		\hat{a}_1	0,823 (0,104)	1,01 (0,22)
		R	0,96	0,897
		R^2	0,926	0,805
		F	62,84	20,67
		MAPE	5,60 %	8,33 %
		$E_{Y,S}$	2,23 %	2,85 %
1995—2015 рр.	Лінійна модель з індикатором наявності аномальних рівнів злочинності $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-\Delta} + \hat{a}_2 U_t$	\hat{a}_0	735,66 (26,98)	715,86 (27,21)
		\hat{a}_1	-0,130 (0,015)	-0,120 (0,015)
		\hat{a}_2	60,50 (23,73)	59,09 (25,58)
		R	-0,900	-0,883
		R^2	0,810	0,779
		R^2_{adj}	0,789	0,755
		F	38,45	31,79
		MAPE	4,75 %	5,26 %
		$E_{Y,S}$	-0,43 %	-0,39 %
1995—2021 рр.	Лінійна модель множинної регресії з індикаторами наявності аномальних рівнів та безвізового режиму з країнами ЄС $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-\Delta} + \hat{a}_2 U_t + \hat{a}_3 E_t$	\hat{a}_0	734,13 (24,39)	717,49 (24,53)
		\hat{a}_1	-0,129 (0,014)	-0,120 (0,014)
		\hat{a}_2	56,61 (19,18)	53,25 (20,40)
		\hat{a}_3	-67,67 (6,83)	-62,31 (7,09)
		R	-0,937	0,929
		R^2	0,879	0,862
		R^2_{adj}	0,863	0,844
		F	55,45	47,99
		MAPE	4,51 %	4,92 %
$E_{Y,S}$	-0,41 %	-0,38 %		

Розглядаючи відповідну кореляційну модель злочинності, варто брати до уваги й певну характерну особливість, що має місце під час обліку загальної чисельності студентів ЗВО. А саме, в офіційних статистичних річних звітах наводиться контингент студентів станом на 1 вересня, тобто одразу по закінченню вступної кампанії, а загальна кількість кримінальних злочинів подається за результатами календарного року. Тому, як альтернативну, доцільно розглянути й модель з лаговим зміщенням в один рік ($\Delta = 1$):

$$Y_t = a_0 + a_1 S_{t-\Delta} + \varepsilon_t. \quad (2)$$

Як з'ясувалося в результаті проведеного аналізу, у разі зсуву в один лаг у значеннях факторної ознаки, зберігаються всі зазначені вище закономірності та не порушується загальна структура кореляційного поля. При цьому відбувається досить помірний змін (незначне погіршення) у показниках кореляції та оцінках статистичної значущості параметрів моделі (табл. 1). За подальшого збільшення лагової затримки, взаємозв'язок між досліджуваними показниками стає розмитішим та дисперсійним, і тому відповідних статистичних характеристик для $\Delta > 1$ не наводимо.

З іншого боку, на результат кореляційно-регресійного аналізу може вплинути й наявність аномальних викидів, якими зокрема є показники злочинності в 2003, 2013 та 2020 роках [22]. Такі атипові (стрімкі) точкові зміни у рівнях підсумкового показника, можуть приховувати або певною мірою спотворювати оцінку реальних закономірностей. А врахувати їхній вплив можна через зміну специфікації побудованої моделі (2) внаслідок додаткового введення часової індикаторної змінної появи аномальних рівнів злочинності

$$U_t = \begin{cases} -1, & t = 2020, \\ 0, & t \neq 2003, 2013, 2020, \\ 1, & t = 2003, 2013. \end{cases} \quad (3)$$

Такий підхід, як показано в роботі [23], є дещо ефективнішим за звичайне згладжування та додатково дає можливість оцінити зміну рівня криміногенності країни, що виникла внаслідок кризових явищ суспільно-соціального характеру зокрема.

Проведені розрахунки (табл. 1) для модифікованого індикаторною змінною рівняння регресії (1995—2015 рр.)

$$Y_t = a_0 + a_1 S_{t-\Delta} + a_2 U_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

вказують про певне покращення загальних показників кореляції ($R = -0,90$), точності інтерполяції (МАРЕ = 4,75 %) та статистичних оцінок значущості параметрів моделі. При цьому, позитивні зміни у зазначених характеристиках відбулися й у разі введення лагового зміщення в один рік ($\Delta = 1$).

До того ж, розрахований для періоду 1995—2015 рр. показник еластичності показує, що до військової агресії РФ, середнє 1 %-не збільшення кількості студентів ЗВО супроводжувалося 0,43 %-м зменшенням загальної кількості вчинених злочинів. А зі збільшенні контингенту студентів ЗВО на 100 тис. осіб (у 1995—2007 роках їхній середній приріст становив 120 тис. осіб на рік) кількість вчинених злочинів зменшувалася на 13,0 тис. од. з довірчим інтервалом (9,8; 16,1), визначеним за 5 %-го рівня значущості.

Також параметр \hat{a}_2 дає узагальнену кількісну оцінку аномального збільшення показників злочинності, у 2003, 2013 роках на рівні 60,50 тис. злочинів. Проте, це значення ($\hat{a}_2 = 60,50$) виявилось дещо меншим за відповідну оцінку ($\hat{a}_2 = 86,67$), отриману в роботі [23] для регресійної моделі рівня злочинності на основі головного індикатора національної економіки України. Хоча довірчі інтервали цих значень не лише перекриваються, а й одночасно накривають обидва точкових параметри \hat{a}_2 .

Після початку гібридних військових дій РФ на території України (з 2015 року), відбувається зміна у напрямку зв'язку між цими показниками. А саме, середнє 1 %-не зменшення кількості студентів ЗВО супроводжується 2,23 %-м зменшенням кількості вчинених злочинів. При цьому, при загальному зменшенні контингенту студентів ЗВО на 10 тис. осіб зменшується й кількість вчинених злочинів в середньому на 8,23 тис. од. з довірчим інтервалом (5,56; 10,9), визначеним за 5 %-го рівня значущості. Проте це не є характерним для їхнього причинно-наслідкового зв'язку, а тому виявлена тенденція одночасної та однонаправленої зміни обох показників в цьому періоді, відбувається внаслідок системного зовнішнього впливу. Водночас найістотніше ці зміни почали проявлятися лише після 2017 року, та ймовірно через запровадження безвізового режиму з країнами ЄС. А тому для побудови узагальненої моделі та об'єднання окремих часових періодів, змінимо специфікацію моделі (4) та введемо ще один додатковий часовий індикатор E_t :

$$E_t = \begin{cases} 0, & t < 2018, \\ 1, 2, \dots, & t \geq 2018. \end{cases}$$

Застосування цього індикатора дозволить не лише об'єднати окремі часові періоди в одній моделі, а й дасть можливість провести комплексну та узагальнену оцінку зменшення показників злочинності (2018—2021 рр.) внаслідок щорічно наростаючого ефекту від гібридної військової агресії РФ, окупації частин Луганської, Донецької областей, анексії Криму та запровадження «відкритих кордонів» з країнами ЄС.

З урахуванням цього індикатора множинне рівняння регресії набуде вигляду

$$Y_t = a_0 + a_1 S_{t-\Delta} + a_2 U_t + a_3 E_t + \varepsilon_t. \quad (6)$$

Після проведення відповідних розрахунків отримуємо (табл. 1):

$$\hat{Y}_t = 734,1 - 0,129 S_t + 56,61 U_t - 67,67 E_t; \quad (7)$$

(24,4) (0,014) (19,18) (6,83)

$$R = -0,937; \quad MAPE = 4,51 \%. \quad (7)$$

Як бачимо, запропонована модель виявилась адекватною, а всі оцінки параметрів — статистично значущими. При цьому її висока точність підкреслюється середньою абсолютною процентною помилкою (*MAPE*), яка не перевищує 5 %, істотними показниками кореляції ($R = -0,937$; $R^2_{adj} = 0,863$) та графічним зіставленням емпіричних і теоретичних даних, показаних на рис. 4. Зазначимо також, що суттєвих змін в оцінках коефіцієнтів a_0 , a_1 та a_2 , у порівнянні з моделлю (4) при цьому не відбулося, а їхні довірчі інтервали навіть дещо звужилися. Отже, запропонований підхід виявився досить ефективним оскільки, основні закономірності, характерні періоду 1995—2015 рр., не порушуються, а кореляційні характеристики — навпаки поліпшуються. До того ж за рівнянням (7) отримано оцінку щорічно наростаючого зменшення рівня злочинності (після 2017 року) (що викликане трансформацією міграційних процесів внаслідок гібридної військової агресії РФ та впровадженням безвізового режиму з країнами ЄС) на рівні 67,67 тис. злочинів з довірчим інтервалом (53,54; 81,79) для 5 %-го рівня значущості.



Рис. 4. Загальна кількість вчинених злочинів на території України (Y_t) у період 1995—2021 рр. та їхня відповідна теоретична оцінка (\hat{Y}) за регресійним рівнянням (7)

Також додатково проведено аналіз за використання статистичних даних кількості студентів закладів фахової передвищої освіти (ЗПФО). При цьому окремо розглянуто два випадки. У першому — в регресійне рівняння (6) вводилась ще одна екзогенна змінна — це кількість осіб у ЗПФО, а у другому — розглядався загальний (сумарний) контингент студентів ЗВО та ЗПФО як незалежна змінна. Обидві альтернативні моделі показали певні негативні зміни в проведених оцінках. Зокрема, у першому випадку коефіцієнт змінної чисельності студентів ЗПФО виявився статистично незначущим, а тому введення додаткового фактору виявилось недоцільним, а у другому — відбувається незначне погіршення показників кореляції ($R = -0,924$) та точності ($MAPE = 4,51 \%$) побудованої моделі. Отже, це вказує на те, що кількість студентів ЗПФО є значно слабшим предиктором злочинності ніж контингент студентів ЗВО. Причина цього може полягати у тому, що вікова група студентів ЗПФО (15—17 років) є менш схильною до скоєння злочинів у порівнянні з віковою групою студентів ЗВО (17—21 рік).

Висновки

Проведений кореляційно-регресійний аналіз дозволив встановити наявність трьох окремих часових періодів лінійного взаємозв'язку між кількістю вчинених злочинів на території України та загальним контингентом студентів закладів вищої освіти.

1. Перший період (1990—1994 рр.) характеризується суттєвим зростанням показників злочинності країни, за незначної зміни (зменшені) чисельності студентів ЗВО. Ключовими факторами такої трансформації виступають масштабні соціально-економічні кризові явища, викликані розпадом СРСР.

2. У другому періоді (1995—2015 рр.) спостерігається зворотна лінійна залежність між рівнем злочинності країни та загальним контингентом студентів ЗВО. Водночас розрахунки показують, що середнє щорічне зростання кількості студентів на 100 тис. осіб у рік (до 2008 року), відповідно супроводжуються падінням загальної кількості вчинених злочинів на 13,0 тис. од. з довірчим інтервалом (9,8; 16,1), визначеним за 5 %-го рівня значущості. І навпаки, скорочення чисельності студентів (після 2008 року) призводить до зростання рівня злочинності країни за такими ж оцінками.

3. У третьому періоді (2015—2021 рр.) відбувається нетипова для досліджуваних показників зміна у напрямку їхнього зв'язку зі зворотного на прямий. А саме, середнє 1 %-не зменшення кількості студентів ЗВО супроводжується 2,23 %-м зменшенням кількості вчинених злочинів. Причина таких змін обумовлюється системним впливом геополітичних та соціально-економічних кризових явищ, спричинених гібридними військовими діями РФ на території України та відповідною активізацією міграційних процесів внаслідок запровадження безвізового режиму з країнами ЄС.

Використання додаткового індикатора наявності аномальних рівнів злочинності (2003 р., 2013 р. та 2020 р.) та часового індикатора запровадження безвізового режиму з країнами ЄС (2018—2021 рр.) дозволило побудувати узагальнену регресійну модель залежності рівня криміногенності країни від загальної чисельності студентів ЗВО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Buba Saad, "Income inequality, good governance and crime in some selected European countries." Doctoral thesis / Universiti Putra Malaysia, 2019. <http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/83089/>.
- [2] S. Buba, S. Ishak, and M. Noor, "Income Inequality and Property Crime in Selected Southern and Eastern European Countries," *International Journal of Economics and Management*, no. 12 (S2), pp. 567-581, 2018. [http://www.ijem.upm.edu.my/vol12_noS2/20\)%20Income%20Inequality%20and%20Property%20Crime.pdf](http://www.ijem.upm.edu.my/vol12_noS2/20)%20Income%20Inequality%20and%20Property%20Crime.pdf).
- [3] Rui Miguel Vieira Marques da Costa, "Education, Work and Crime: Evidence from Educational Reforms." *Doctoral thesis (Ph.D) / UCL (University College London)*, 2018. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10047101/1/Thesis%20April.pdf>.
- [4] L. Lochner, "Education and crime," *The Economics of Education: A Comprehensive Overview*, pp. 109-117, 2020 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815391-8.00009-4>.
- [5] L. Lochner, and E. Moretti, "The effect of education on crime: Evidence from prison inmates, arrests, and self-reports," *American Economic Review*, no. 94 (1), pp. 155-189, 2004. <https://doi.org/10.1257/000282804322970751>.
- [6] H. T. M. Nguyen, "Do more educated neighbourhoods experience less property crime? Evidence from Indonesia," *International Journal of Educational Development*, no. 64, pp. 27-37, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.12.005>.
- [7] S. Sezer, O. Kahya, and K. Yildirim, "Eğitim ve Suç Arasındaki İlişkinin Sosyolojik Analizi," *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, no. 9 (2), pp. 441-452, 2022. <https://doi.org/10.21666/muefd.989472>.
- [8] R. Fast, "The Effects Of Education On Alabama's Violent Crime Rate," *SocioEconomic Challenges*, no. 5 (2), pp. 5-14, 2021. [https://doi.org/10.21272/sec.5\(2\).5-14.2021](https://doi.org/10.21272/sec.5(2).5-14.2021).
- [9] M. S. Shaari, et al., "Debunking conventional wisdom: Higher tertiary education levels could lead to more property crimes in Malaysia," *Cogent Social Sciences*, no. 9 (2), 2023. <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2245638>.
- [10] B. Bell, R. Costa, and S. Machin, "DP13162 Why Does Education Reduce Crime?" *CEPR Discussion Paper no. 13162*. CEPR Press, Paris & London, 60 p., 2018. <https://repec.cepr.org/repec/cpr/ceprdp/DP13162.pdf>.
- [11] S. Machin, O. Marie, and S. Vujić, "Youth Crime and Education Expansion," *German Econ. Rev.*, no. 13 (4), pp. 366-384, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0475.2012.00576.x>.
- [12] C. Wang, X. Liu, Z. Yan, and Y. Zhao, "Higher education expansion and crime: New evidence from China," *China Economic Review*, no. 74, p. 101812, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2022.101812>.
- [13] N. Jha, "No time for crime? The effect of compulsory engagement on youth crime," *Papers in Regional Science*, no. 100 (6), pp. 1571-1597, 2021. <https://doi.org/10.1111/pirs.12624>.
- [14] R. Hjalmarsson, H. Holmlund, and M. J. Lindquist, "The Effect of Education on Criminal Convictions and Incarceration: Causal Evidence from Micro-data," *Econ. Journal*, no. 125 (587), pp. 1290-1326, 2015. <https://doi.org/10.1111/econj.12204>.
- [15] A. Claudia Martínez, "Intrahousehold Allocation and Bargaining Power: Evidence from Chile," *Economic Development and Cultural Change*, no. 61 (3), pp. 577-605, 2013. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ucp:ecdecc:doi:10.1086/669260>.
- [16] Y. Brilli, and M. Tonello, "Does increasing compulsory education decrease or displace adolescent crime? New evidence from administrative and victimization data," *CESifo Economic Studies*, no. 64 (1), pp. 15-49, 2018. <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifx027>.

- [17] B. Rakshit, and Y. Neog, "Does higher educational attainment imply less crime? Evidence from the Indian states," *Journal of Economic Studies*, no. 48 (1), pp. 133-165, 2021. <https://doi.org/10.1108/JES-05-2019-0218>.
- [18] *Saving Futures, Saving Dollars: The Impact of Education on Crime Reduction and Earnings*. Alliance for Excellent Education, 11 p, 2013. <https://all4ed.org/wp-content/uploads/2013/09/SavingFutures.pdf>.
- [19] С. А. Бурлан, Н. В. Каткова, і С. М. Марущак, «Оцінювання взаємозв'язків між рівням життя населення, соціально-економічними і демографічними процесами в Україні,» *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії і практики*, № 2 (37), с. 482-492, 2021. <https://doi.org/10.18371/fcартр.v2i37.230665>.
- [20] В. Є. Ткачук, «Вища освіта як один із чинників запобігання злочинності (на основі результатів дослідження механізму протиправної поведінки осіб, засуджених до покарань, не пов'язаних з позбавленням волі),» *Часопис Київського університету права*, № 2, с. 297-300, 2013. http://kul.kiev.ua/images/chasop/2013_2/297.pdf.
- [21] О. В. Колеснікова, «Вплив освіти на рівень злочинності в Україні: зарубіжний та вітчизняний досвід,» *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*, Спецвипуск, ч. 1, с. 197-199, 2017. http://apnl.dnu.in.ua/tom_1_2017/48.pdf.
- [22] О. Ф. Шевчук, «Статистичний аналіз динаміки кількості вчинених злочинів на території України у 1990–2020 роках,» *Актуальні питання у сучасній науці*, № 2 (8), с. 268-279, 2023. [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-2\(8\)-268-279](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-2(8)-268-279).
- [23] О. Ф. Шевчук, «Регресійна модель рівня злочинності на основі головного індикатора економічного розвитку України,» *Форум Права*, № 74 (1), с. 33-44, 2023. <http://doi.org/10.5281/zenodo.7016661>.
- [24] О. Ф. Шевчук, «Внутрішній валовий продукт як предиктор рівня народжуваності в Україні,» *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*, № 1 (63), с. 72-87, 2023. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2023-1-6>.
- [25] *Державна служба статистики України*. Демографічна та соціальна статистика. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>. Дата звернення 16.01.2024.
- [26] *Національна поліція України*. Річні звіти. Режим доступу: <https://www.npu.gov.ua/diyalnist/zvitnist/riczni-zviti>. Дата звернення 16.01.2024.
- [27] *Новий кримінальний кодекс*: Статистика. Режим доступу: <https://newcriminalcode.org.ua/statistics>. Дата звернення 16.01.2024.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних наук ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 4.06.2024

Шевчук Олександр Федорович — канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук, e-mail: shevchuk177@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. F. Shevchuk¹

Modeling and Statistical Assessment of the Impact of Higher Education on Crime Rates in Ukraine

¹Vinnitsia National Technical University

The paper conducts an information-analytical study of correlations between the number of crimes committed on the territory of Ukraine and the total number of students of higher education institutions (HEIs). A detailed analysis of the corresponding correlation field, in the section of separate time periods, made it possible to identify three areas of points with a fairly close linear relationship between the specified indicators. In the first period (1990—1994), the rapid growth of the level of criminogenicity in the country with minor changes in the contingent of students of higher education institutions was due to the socio-economic crisis caused by the collapse of the USSR. In the second time period (1995—2015), a characteristic reverse cause-and-effect relationship is observed for the studied indicators. The constructed regression model proved to be adequate, with all its parameters being statistically significant at a confidence level of $p = 0.95$. Specifically, it was established that an average 1 % increase in the number of HEI students during this period is accompanied by a 0.43 % decrease in the total number of committed crimes. Similar statistical estimates were obtained considering a one-year lag in the values of the endogenous variable. In the third time period (2015—2021), there is a change in the direction of the correlation between the studied indicators. Namely, it was established that an average 1 % decrease in the number of HEI students is accompanied by a 2.23 % decrease in the number of committed crimes. This atypical behavior and violation of their cause-and-effect relationship are explained by the systemic influence of several factors, among which the key ones are the hybrid military actions of the Russian Federation on the territory of Ukraine and the corresponding increase in migration processes due to the introduction of a visa-free regime with EU countries. The article attempts to combine the separate time periods (1995—2015 and 2015—2021) into one regression equation by introducing additional indicator variables. The generalized criminological model built as a result of the proposed approach has high accuracy ($MAPE = 4.51\%$), significant correlation indicators ($R = -0.937$), is adequate, and all its parameters are statistically significant.

Keywords: number of committed crimes, crime, contingent of students, modeling, regression model, abnormal values.

Shevchuk Oleksandr F. — Cand. Sc. (Phys.-Math.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Computer Sciences, e-mail: shevchuk177@gmail.com