

МЕТОД ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ В КРИМІНОЛОГІЇ

METHOD OF FACTOR ANALYSIS IN CRIMINOLOGY

Хаврук В.О.,

*асистент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Національного транспортного університету*

У статті наводиться методологія факторного аналізу. На основі статистичних даних за період 2013–2017 рр. розглянуті такі фактори злочинності, як чисельність населення і безробітних, розмір середньомісячної заробітної плати в Україні. Визначення «міри криміногенності» цих факторів здійснено на основі коефіцієнтів кореляції, отриманих у Microsoft Excel. З'ясовано, що факторний аналіз у множинній регресії (математичній моделі злочинності) полягає у знаходженні факторів із мінімальною величиною коефіцієнта множинної детермінації.

Ключові слова: злочинність, метод, коефіцієнт детермінації, коефіцієнт кореляції, криміногенність, множинна регресія, модель, середньомісячна заробітна плата, фактор, чисельність безробітних.

В статье изложена методология факторного анализа. На основании статистических данных за период 2013–2017 гг. рассмотрены такие факторы преступности, как численность населения и безработных, размер среднемесячной заработной платы в Украине. Определение «меры криминальности» данных факторов осуществлено на основе коэффициентов корреляции, полученных в Microsoft Excel. Выяснено, что факторный анализ во множественной регрессии (математической модели преступности) заключается в нахождении факторов с минимальной величиной коэффициента множественной детерминации.

Ключевые слова: преступность, метод, коэффициент детерминации, коэффициент корреляции, криминальность, множественная регрессия, модель, среднемесячная заработная плата, фактор, численность безработных.

The article gives the methodology of factor analysis. Based on the statistics for the period 2013–2017, the following factors of crime, such as population size and the unemployed, are considered, the size of the average monthly wage in Ukraine. The definition of the “criminogenicity” of these factors is based on the correlation coefficients obtained in Microsoft Excel. It was found out that factor analysis in multiple regression (mathematical model of crime) is to find factors with a minimum value of the coefficient of multiple determination.

Key words: crime, method, coefficient of determination, coefficient of correlation, criminogenicity, multiple regression, model, average monthly wage, factor, number of unemployed.

Постановка проблеми. Факторний підхід у кримінологічній теорії виник у XIX ст. (Ч. Ломброзо, Е. Феррі, І. Фойницький) і розвивається, головним чином, у контексті соціологічної концепції злочинності. Цей підхід передбачає наявність концепцій, які беруть за основу певну ознаку або групу певних ознак (обставин) і пояснюють їх дію зміст, природу і характер змін досліджуваного явища або процесу [1, с. 64].

Основною ж метою факторного аналізу є розгляд численних факторів, які мають вплив на злочинність. Слід погодитися з думкою К.А. Утарова, що «в області соціальних явищ неможливо врахувати всі фактори, що впливають на прогнозований процес. Їхня кількість може бути такою великою, що не всі вони можуть бути враховані» [2, с. 63].

Проблематика виявлення факторів злочинності є актуальною, становить як науковий, так і практичний інтерес – дає змогу виявити «значимість» факторів, з'ясувати їхню суть (криміногенний чи антикриміногенний) і виробити основні рекомендації щодо зменшення (збільшення) впливу того чи іншого фактора на злочинність.

Стан опрацювання. Дослідження соціально-правових явищ, які зумовлюють злочинність, із позиції кримінологічної теорії знайшли втілення в численних працях В.Н. Бурлакова, І.М. Даньшина, О.М. Джузи, А.П. Закалюка, В.М. Кудрявцева, Н.Ф. Кузнецової та ін.

Окремі аспекти факторного аналізу розглянуті в дисертаційних роботах С.М. Корецького [3], К.А. Утарова [2, с. 62–79] та ін.

Необхідно зауважити, що на сучасному етапі розвитку кримінологічної теорії в Україні дослідження факторного аналізу злочинності з використанням математичних методів (аналіз середніх і варіації, багатомірного статистичного аналізу) майже не ведуться.

З огляду на вищесказане проведення досліджень у цьому напрямі є доцільним і перспективним як для розвитку факторного підходу, так і для кримінології в цілому.

Метою статті є розгляд методології факторного аналізу та з'ясування «міри криміногенності» факторів.

Виклад основного матеріалу. Основана мета факторного аналізу полягає у виявленні порівняно невеликої кількості (латентних, прихованих) факторів, які пояснюють зв'язки (залежності) між спостережуваними змінними. Кількість прийнятих факторів суттєво менша за кількість спостережуваних змінних, тому факторний аналіз можна розглядати як метод редукції даних. За допомогою факторного аналізу можна суттєво скоротити розмірність аналізованих даних. У дослідженні злочинності можливе вивчення взаємозв'язків зі злочинністю таких факторів [2, с. 64–65]: 1) загострення міжнародних відносин; 2) негативного впливу «масової культури» через засоби масової інформації; 3) зміни криміналь-

ного законодавства й правозастосовної практики; 4) посилення міграційних процесів; 5) зміни статево-вікового складу населення; 6) скорочення витрат на сферу культури; 7) підвищення ефективності правоохоронної діяльності, що відображається в показниках розкриття злочинів; 8) зростання безробіття; 9) середньомісячної заробітної плати; 10) зростання психологічних навантажень, конфліктних і стресових ситуацій; 11) ослаблення сімейних зв'язків, зростання кількості розлучень; 12) дефекту організаційно-управлінської діяльності органів влади й управління, бюрократизації державного апарату.

Метод факторного аналізу припускає вирішення таких завдань [2, с. 65; 4, с. 3]: 1) виявлення прихованих, але таких, що об'єктивно існують, змінних (факторів), які не піддаються безпосередньому виміру; 2) визначення кількості факторів. Кількість виділених факторів має бути меншою за кількість первісних змінних (ознак) досліджуваного об'єкта; крім того, виділені фактори повинні добре пояснювати досліджуваній об'єкт; структура цих факторів і їх взаємозв'язок мають бути простими, що забезпечує кращу інтерпретованість факторів; 3) виявлення та вивчення статистичного зв'язку вхідних змінних із факторами, вираженими в моделі факторного аналізу. Виявлення змінних, найбільш тісно пов'язаних із цим фактором, дозволяє приймати обґрунтовані рішення, здатне підвищити ефективність функціонування процесу; 4) інтерпретації факторів, тобто можливості пояснення за допомогою факторів сутності досліджуваного процесу.

Слід мати на увазі, що замість факторного аналізу можна застосувати інші методи багатомірної статистики. Часто за умови відповідної постановки завдання інші методи багатомірного статистичного аналізу виявляються ефективнішими за факторний аналіз. До цих методів належать: дисперсійний, коваріаційний, дискримінантний аналіз, множинний регресійний аналіз, використання часткових коефіцієнтів кореляції [5, с. 94–98].

У якості прикладу розглянемо деякі статистичні дані [6, с. 15; 7, с. 57, 176; 8–10] (табл. 1).

За 2013–2017 рр. вивчається залежність рівня злочинності в Україні від чисельності населення, безробіття й заробітної плати. Визначимо, який із вищеперахованих факторів сприяє підвищенню, а також зниженню злочинності. Для цього визначаємо основні показники і статистики.

Середнє арифметичне (*arithmetic mean*) вибірки визначаємо за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

де $n = 5$ – обсяг (розмір) вибірки.

На основі розрахунків для кримінальних правопорушень, чисельності населення, чисельності безробітних і середньомісячної заробітної плати отримаємо відповідно:

$$\bar{x}_{кр.} = 554879,2; \quad \bar{x}_n = 43850730,4;$$

$$\bar{x}_{безр.} = 1691000; \quad \bar{x}_{зар.} = 4645,4.$$

Стандартне відхилення або середньоквадратичне відхилення σ за умови невеликої вибірки ($n \leq 50$) з урахуванням поправки Басселя – $\frac{1}{n-1}$ (*corrected sample standard deviation*) визначаємо за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

На основі розрахунків для кримінальних правопорушень, чисельності населення, чисельності безробітних і середньомісячної заробітної плати отримаємо відповідно: $\sigma_{кр.} \approx 28400,05202$; $\sigma_n = 1501747,219$; $\sigma_{безр.} = 98949,91157$, $\sigma_{зар.} = 1565,267485$.

Стандартна похибка (*standard error*) середнього – величина, що характеризує стандартне відхилення вибіркового середнього, розраховане за вибіркою розміром n із генеральної сукупності, – обчислюється за формулою:

$$SD_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

де σ – величина стандартного відхилення генеральної сукупності,

$n = 5$ – обсяг вибірки.

Для кримінальних правопорушень маємо:

$$SD_{кр.} = \frac{28400,05202}{\sqrt{5}} = 12700,88938,$$

аналогічно:

$$SD_n = 671601,7732; \quad SD_{безр.} = 44251,74573;$$

$$SD_{зар.} = 700,0088999.$$

Незміщена дисперсія (*biased sample variance*) вибірки – це числова характеристика розсіювання значень випадкової вибірки, яку визначаємо за формулою:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4)$$

Таблиця 1

Деякі соціально-економічні показники України за 2013–2017 рр.

рік	Всього обліковано кримінальних правопорушень	Чисельність населення	Чисельність безробітних (за методологією МОП) *	Середньомісячна заробітна плата, грн**
2013	563 560	45 553 047	1 576 500	3 265
2014	529 139	45 426 249	1 847 600	3 480
2015	565 182	42 929 298	1 654 700	4 195
2016	592 604	42 760 516	1 678 200	5 183
2017	523 911	42 584 542	1 698 000	7 104

Примітка: *чисельність безробітних віком 15–70 років;

**Середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників.

На основі розрахунків для кримінальних правопорушень, чисельності населення, чисельності безробітних і середньомісячної заробітної плати отримано відповідно:

$$s_{кр.}^2 = 806562954,7; s_{н.}^2 = 2255244708903,3;$$

$$s_{безр.}^2 = 9791085000; s_{зар.}^2 = 2450062,3.$$

Екссес (*kurtosis*) (за Фішером) визначається за формулою:

$$E = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{s^4} - 3, \quad (5)$$

де s^2 – дисперсія.

Для спрощення розрахунку скористаємося вбудованою функцією ЕКСЦЕС в Microsoft Excel, отримаємо: Екр. = -1,464982319; Ен. = -3,265740672; Ебезр. = 2,105961619; Езар. = 0,774810924.

Коефіцієнт асиметрії (*skewness*) визначається за формулою [118, с. 113]:

$$a = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{s^3}, \quad (6)$$

Отримаємо: акр. = 0,075807802; ан. = 0,279663848; абезр. = 0,472670473; азар. = 0,558663732.

Медіана (*median*) в математичній статистиці – число, що характеризує вибірку (наприклад, набір чисел). Якщо усі елементи вибірки різні, то медіана – це таке число вибірки, що рівно половина з елементів вибірки більша за нього, а інша половина – менша. У нашому випадку для статистичних даних використовуємо вбудовану в Microsoft Excel функцію МЕДІАНА. Відповідно знаходимо: мкр. = 563 560, мн. = 42 929 298, мбезр. = 1 678 200, мзар. = 4 195.

Для наочності всі розраховані показники зведені в табл. 2.

Для порівняння розсіювання випадкових величин відносно очікуваного значення застосовується показник – коефіцієнт варіації. Таким чином можна отримати порівнювальні результати. Показник наочно ілюструє однорідність тимчасового ряду. Коефі-

цієнт варіації (*coefficient of variation*) є відношенням середньоквадратичного відхилення до середнього арифметичного:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \quad (7)$$

але переважно показник виражається у відсотках [11, с. 97]:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

У нашому випадку коефіцієнти варіації становлять:

$$v_{кр.} = \frac{28400,05202}{554879,2} \cdot 100\% = 5,118\%,$$

$$v_{н.} = \frac{1501747,219}{43850730,4} \cdot 100\% \approx 3,4247\%,$$

$$v_{безр.} = \frac{98949,91157}{1691000} \cdot 100\% \approx 5,852\%$$

$$v_{зар.} = \frac{1565,267485}{4645,4} \cdot 100\% \approx 33,695\%$$

На основі отриманих коефіцієнтів варіації можна зробити висновок, що найбільший вплив на рівень злочинності має розмір заробітної плати ($v_{зар.} = 33,695\%$).

Значення лінійних коефіцієнтів парної кореляції визначають тісноту попарно пов'язаних змінних, використаних у цьому рівнянні множинної регресії. Лінійні коефіцієнти часткової кореляції оцінюють тісноту зв'язку значень двох змінних, представлених у рівнянні множинної регресії.

Коефіцієнт парної кореляції визначається за формулою [12, с. 165; 13, с. 36]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (9)$$

Для спрощення розрахунків скористаємося функцією «Корреляция» в Microsoft Excel, отримаємо матрицю коефіцієнтів парної кореляції (табл. 3).

У цьому прикладі в якості факторів були обрані загальна чисельність населення та безробітних і середня заробітна плата. Провівши математичні

Таблиця 2

Описова статистика України за 2013–2017 рр.

Показник \ Фактор	Кримінальні правопорушення	Чисельність населення	Чисельність безробітних	Середньомісячна заробітна плата, грн
Мінімум	523 911	42 584 542	1 576 500	3 265
Максимум	592 604	45 553 047	1 698 000	7 104
Сума	2 774 396	219 253 652	8 455 000	23 227
Середнє арифметичне	554 879,2	43 850 730,4	1 691 000	4 645,4
Медіана	563 560	42 929 298	1 678 200	4 195
Стандартне відхилення	28 400,05202	1 501 747,219	98 949,91157	1 565,267485
Стандартна похибка	12 700,88938	671 601,7732	44 251,74573	700,0088999
Дисперсія вибірки	806 562 954,7	2 255 244 708 903,3	9 791 085 000	2 450 062,3
Екссес	-1,464982319	-3,265740672	2,105961619	0,774810924
Коефіцієнт асиметрії	0,075807802	0,279663848	0,472670473	0,558663732
Інтервал	68 693	2 968 505	121 500	3 839

Матриця коефіцієнтів парної кореляції

Фактор	Всього обліковано кримінальних правопорушень	Чисельність населення	Чисельність безробітних	Середньомісячна заробітна плата, грн
Всього обліковано кримінальних правопорушень	1	-0,217976756	0,5425371	-0,23891888
Чисельність населення	-0,217976756	1	0,152004961	-0,794479008
Чисельність безробітних	0,5425371	0,152004961	1	0,003603686
Середньомісячна заробітна плата, грн	-0,23891888	-0,794479008	0,003603686	1

розрахунки, ми можемо зробити такі висновки: коефіцієнти кореляції (табл. 3) не дуже високі ($r = -0,217976756$; $r = 0,5425371$; $r = -0,23891888$) – відповідно, вищепераховані фактори не дуже залежать один від одного. Це можна пояснити такими причинами: негативна демографічна ситуація, значний рівень інфляції, збільшення кількості незареєстрованої зброї і т. д. Збільшення чисельності безробітних ($r = 0,5425371$) веде до збільшення числа злочинності, тобто є криміногенним фактором.

Коефіцієнт кореляції між середньомісячною заробітною платою та злочинністю від'ємний ($r = -0,23891888$). Збільшення середньомісячної заробітної плати дещо стримує підвищення кількості злочинів, отже, збільшення середньомісячної заробітної плати певною мірою гальмує криміногенність, упродовж 2016–2017 рр. розмір заробітної плати можна вважати антикриміногенним фактором (рис. 1).

Фактори, що включаються у множинну регресію, повинні відповідати таким вимогам: 1) вони повинні бути кількісно вимірні. Якщо необхідно включити в модель якісний фактор, що не має кількісного

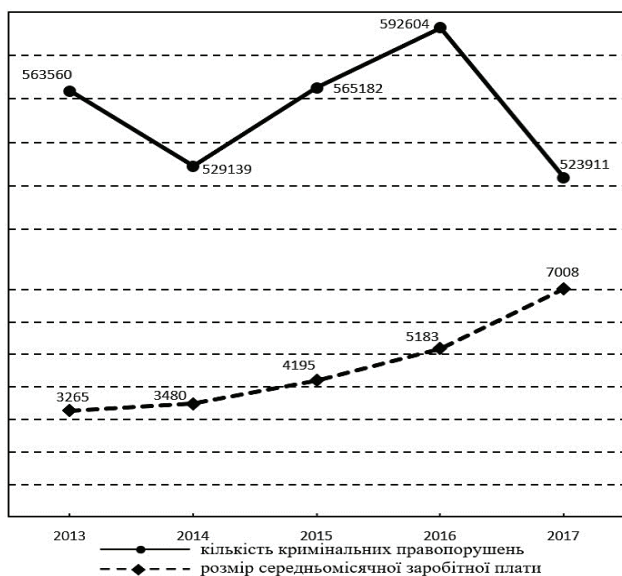


Рис. 1. Рівень злочинності і розмір середньомісячної заробітної плати

виміру, йому потрібно додати кількісну визначеність; 2) фактори не повинні бути інтикорельовані й тим більше перебувати у точному функціональному зв'язку.

Якщо будується модель із набором p факторів, то для неї розглядається показник детермінації R^2 , який фіксує частку поясненої варіації результативної ознаки за рахунок розглянутих у регресії p факторів. Вплив інших, не врахованих у моделі, факторів оцінюється як $1 - R^2$ з відповідною залишковою дисперсією S^2 . За умови додаткового включення в регресію $p+1$ фактора коефіцієнт детермінації повинен зростати, а залишкова дисперсія – зменшуватися [14, с. 112]:

$$S_{p+1}^2 \leq S_p^2 \text{ і } R_{p+1}^2 \geq R_p^2. \quad (10)$$

Якщо ж цього не відбувається, і ці показники мало відрізняються один від одного, тоді фактор x_{p+1} , що включається в аналіз, не поліпшує модель і практично є зайвим фактором.

Через коефіцієнти множинної детермінації можна знайти змінні, що визначають мультиколінеарність факторів. Для цього в якості залежної змінної розглядається кожен із факторів. Чим ближче значення коефіцієнтів детермінації до одиниці, тем сильніше проявляється мультиколінеарність факторів. Порівнюючи між собою коефіцієнти множинної детермінації факторів ($R_{x_1|x_2, x_3, \dots, x_p}^2$; $R_{x_2|x_1, x_3, \dots, x_p}^2$ і т.д., можливо виділити змінні, що визначають мультиколінеарність; отже, можна вирішувати проблему відбору факторів, залишаючи в рівнянні фактори з мінімальною величиною коефіцієнта множинної детермінації.

Відбір факторів, що включаються в регресію, є одним із найважливіших етапів практичного використання методів регресії. Підходи до відбору факторів на основі показників кореляції можуть бути різні. Вони приводять побудову рівняння множинної регресії відповідно до різних методик. Найбільш широке застосування одержали такі методи побудови рівняння множинної регресії: метод виключення, метод включення, кроковий регресійний аналіз. На основі лінійного рівняння множинної регресії $y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_p \cdot x_p + \varepsilon$ можуть бути знайдені часткові рівняння регресії [14, с. 132]:

$$\begin{aligned} y_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_p} &= f(x_1) \\ y_{x_2, x_1, x_3, \dots, x_p} &= f(x_2) \\ \dots & \\ y_{x_p, x_1, x_2, \dots, x_{p-1}} &= f(x_p) \end{aligned} \quad (11)$$

тобто рівняння регресії, які зв'язують результативну ознаку з відповідними факторами x за умови закріплення інших факторів, що враховуються у множинній регресії, на середньому рівні. Часткові рівняння регресії мають такий вигляд [14, с. 133]:

$$\begin{aligned} y_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_p} &= a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot \bar{x}_2 + \dots + b_p \cdot \bar{x}_p + \varepsilon \\ y_{x_2, x_1, x_3, \dots, x_p} &= a + b_1 \cdot \bar{x}_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_p \cdot \bar{x}_p + \varepsilon \\ \dots & \\ y_{x_p, x_1, x_2, \dots, x_{p-1}} &= a + b_1 \cdot \bar{x}_1 + b_2 \cdot \bar{x}_2 + \dots + b_p \cdot x_p + \varepsilon \end{aligned} \quad (12)$$

При підстановці в ці рівняння середніх значень відповідних факторів вони набувають вигляду парних рівнянь лінійної регресії, тобто:

$$\begin{cases} \hat{y}_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_p} = A_1 + b_1 \cdot x_1 \\ \hat{y}_{x_2, x_1, x_3, \dots, x_p} = A_2 + b_2 \cdot x_2 \\ \dots \\ \hat{y}_{x_p, x_1, x_2, \dots, x_{p-1}} = A_p + b_p \cdot x_p \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} A_1 = a + b_2 \cdot \bar{x}_2 + b_3 \cdot \bar{x}_3 + \dots + b_p \cdot \bar{x}_p \\ A_2 = a + b_1 \cdot \bar{x}_1 + b_3 \cdot \bar{x}_3 + \dots + b_p \cdot \bar{x}_p \\ \dots \\ A_p = a + b_1 \cdot \bar{x}_1 + b_2 \cdot \bar{x}_2 + \dots + b_{p-1} \cdot \bar{x}_{p-1} \end{cases} \quad (14)$$

На відміну від парної регресії, часткові рівняння регресії характеризують ізольований вплив фактора на результат, тому що інші фактори закріплені на незмінному рівні. Розглянемо умовний приклад. Припустимо, що в якості криміногенних факторів були обрані: стан алкогольного сп'яніння, x_1 , чисельність безробітних x_2 і чисельність зареєстрованих

хворих на наркоманію x_3 . Була отримана математична модель злочинності – рівняння множинної регресії: $\hat{y} = -60,028 + 0,135 \cdot x_1 + 0,476 \cdot x_2 + 0,343 \cdot x_3$, середні значення факторів склали: $\bar{y} = 31,5$, $\bar{x}_1 = 245,7$, $\bar{x}_2 = 3,7$, $\bar{x}_3 = 182,5$. На основі цієї інформації можуть бути знайдені середні за сукупністю показники еластичності [14, с. 134]:

$$\bar{E}_{y_{x_i}} = b_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_{x_i}} \quad (15)$$

Для цього прикладу вони становлять: $\bar{E}_{y_{x_1}} = 0,135 \cdot 245,7 / 31,5 = 1,053\%$, тобто зі зростанням споживання алкогольної продукції на 1% рівень злочинності в середньому зростає на 1,053% за незмінної кількості безробітних і наркоманів. Для другої змінної коефіцієнт еластичності становить: $\bar{E}_{y_{x_2}} = 0,476 \cdot 3,7 / 31,5 = 0,056\%$, тобто зі зростанням безробіття на 1% за незмінної рівня споживання алкоголю та кількості хворих на наркоманію, кількість злочинів збільшиться в середньому на 0,056%. Для третьої змінної коефіцієнт еластичності становить: $\bar{E}_{y_{x_3}} = 0,343 \cdot 182,5 / 31,5 = 1,987\%$, тобто за незмінної чисельності безробітних і кількості споживаного населенням алкоголю зі збільшенням кількості наркоманів на 1%, рівень злочинності у середньому зростає на 1,987%. Середні показники еластичності можна порівнювати один з одним і, відповідно, ранжувати фактори за силою їх впливу на результат. У прикладі найбільший вплив на злочинність виявляє кількість наркоманів, а найменший – безробіття.

Висновки. Таким чином, у факторному аналізі, скориставшись матрицею парної кореляції, можна з'ясувати «міру криміногенності» факторів – деякі фактори сприяють збільшенню злочинності (чисельність безробітних), а деякі фактори є антикриміногенними (середньомісячна заробітна плата). У якості інструмента у факторному аналізі злочинності можна використовувати метод множинної кореляції.

Подальші дослідження питання використання факторного аналізу необхідно проводити в контексті побудови математичних моделей злочинності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Александров Ю.В., Гель А.П., Семаков Г.С. Криминология: Курс лекцій. К.: МАУП, 2002. 295 с.
2. Утаров К.А. Математические методы в криминологии: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08. Москва, 2004. 165 с.
3. Корецький С.М. Криминологічна характеристика девіантної поведінки неповнолітніх: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08. К., 2003. 189 с.
4. Факторный анализ в задачах обработки экспериментальных данных / под ред. Г.Ф. Филаретова. Москва: Изд-во МЭИ. 1994. 37 с.
5. Иберла К. Факторный анализ / пер. с нем. В.М. Ивановой. Москва: Статистика, 1980. 398 с.
6. Демографічний щорічник «Населення України за 2016 рік»: Державна служба статистики України / відп. за вип. М.Б. Тімоніна. К., 2017. 133 с.
7. Статистичний щорічник України за 2016 рік: Державна служба статистики України / відп. за вип. О.А. Вишнеvsька. Київ, 2017. 611 с.
8. Генеральна прокуратура України: Довідка про стан та структуру кримінальних правопорушень на території України. URL: <http://www.gp.gov.ua/>.
9. Державна служба статистики: Демографічна та соціальна статистика. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
10. Комплексні статистичні публікації: Соціально-економічне становище України за 2017 р. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/soc_ek/2017/publ_12_2017_u.html.
11. Опря А.Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань): навч. посіб. К.: Центр навч. літератури, 2012. 448 с.
12. Сажин Ю.В., Катинь А.В., Сарайкин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. 192 с.
13. Єлейко В.І., Боднар Р.Д., Демчишин М.Я. Економетричний аналіз діяльності підприємств: навч. посіб. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 362 с.
14. Эконометрика: учебник / под ред. И.И. Елисеевой. Москва: Финансы и статистика, 2007. 576 с.