

Ольга Ковальчук,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри теорії права та
конституціоналізму
Західноукраїнського національного
університету
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6490-9633>

АСОЦІАТИВНА МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У КРИМІНАЛЬНОМУ СУДОЧИНСТВІ

Складність завдань прийняття раціональних рішень у кримінальному судочинстві зростає зі збільшенням обсягів інформації, яку потрібно аналізувати. Це створює необхідність розробки надійної інформаційної підтримки ухвалення рішень. Формалізувати визначення концепцій кримінології, покращити розуміння складних процесів і прийняття рішень у кримінальній юстиції може обчислювальна кримінологія. Це міждисциплінарна галузь, яка використовує методи науки про дані (концепції та практики математики, статистики, штучного інтелекту і комп'ютерної інженерії для аналізу великих обсягів даних).

На основі унікального набору даних про попередні кримінальні злочини 13000 ув'язнених, що відбувають покарання в пенітенціарних закладах України, побудовано асоціативну модель. Виявлені правила можуть пояснити неочевидні цікаві взаємозв'язки між даними із записів про попередні кримінальні злочини ув'язнених та кримінальними рецидивами. Встановлено, що основними факторами, які асоціюють з фактом скоєння повторних кримінальних злочинів особою, є її дострокові звільнення та умовні засудження.

Ключові слова: прийняття рішень, кримінальне судочинство, обчислювальна кримінологія, кримінальні злочини, безпека, кримінальні рецидиви, умовне засудження, дострокові звільнення, прогностичне правосуддя, наука про дані, асоціативна модель.

Kovalchuk O.

Associative Model of Support for Judicial Decision-Making

Despite numerous efforts aimed at ensuring the protection of the accused, and despite the understanding of the effectiveness of preventive measures in contrast to punitive sanctions, modern industrialized society in most cases decides to apply imprisonment to persons convicted of crimes. Convicted persons face increasing legal and social prejudice, alienation, and marginalization, including the loss of voting privileges. In addition, keeping a significant number of prisoners in penitentiary institutions causes an additional significant burden on the economies of the countries of the world. In addition, keeping a significant number of prisoners in penitentiary institutions causes an additional significant burden on the economies of the countries of the world. Today, effective solutions are needed in the criminal justice system, which will not be excessive in relation to the convicts and will be sufficient to ensure social order. Scientific methods and modern information technologies are increasingly used in predictive justice to support judicial decision-making.

The search for effective decision-making strategies that can help reduce the number of prisoners and state costs for their maintenance in penitentiary institutions and at the same time ensure the personal safety of citizens and the safety of society in general are becoming more and more relevant. The application of data science to support effective judicial decision-making is a prerequisite.

The work uses the analysis of associative rules to identify non-obvious relationships between data on previous criminal offenses of convicts. A model of associative rules was built to identify non-obvious interesting connections between individual statistical and dynamic characteristics of convicts and the fact of their criminal recidivism. Associative rules (regularities) were revealed, which are a combination of individual characteristics of convicts who commit repeated criminal offenses. The obtained results give grounds for asserting that convictions are the main conditions (antecedents), that cause the risk of recidivism (consequent).

Keywords: decision-making, criminal justice, computational criminology, criminal offenses, security, criminal recidivism, suspended convictions, early dismissals, predictive justice, data science, associative model.

Постановка проблеми. Система кримінального правосуддя характеризується складним набором багатьох правил, ролей і процедур. Особи, які приймають рішення в контексті кримінального права – прокурори, судді, адвокати та присяжні – повинні враховувати та аналізувати значні обсяги різноманітної інформації для прийняття раціональних рішень, включаючи складні правові норми, неоднозначні факти та суперечливі аргументи щодо застосування правил до фактів. Крім того, багато питань, які ставлять у сфері кримінального права, вимагають суджень, заснованих на припущеннях і ймовірностях, а не на достовірності, що ще більше ускладнює завдання прийняття рішення.

Особливої уваги сьогодні потребує вирішення проблем оцінювання ризику злочинності та рецидивізму, оскільки саме особистість ув'язненого, а не сам факт скоєння злочину становить суттєву загрозу для особистої безпеки громадян та суспільства загалом. Значну частину військового контингенту, що бере участь у відкритому воєнному нападі Росії на Україну, складають саме засуджені [1, 2]. В роботі представлено модель асоціативних правил, яка на основі відомих індивідуальних характеристик ув'язнених (інформації про попередню злочинну діяльність ув'язнених) виявляє неявні цікаві зв'язки, які є суттєвими для ідентифікації кримінальних профілів осіб, схильних до вчинення рецидивів [3]. Інформація про попередні злочини засуджених зберігається у великих базах даних та може містити приховані знання, що є цікавими і корисними. Аналіз такої інформації полягає у встановленні закономірностей та виявленні нових цікавих знань з наявних масивів даних. Експоненціальне зростання обсягів сучасних баз даних спричинило необхідність застосування масштабованих алгоритмів аналізу інформації. Для своїх прикладних досліджень ми використали один із поширених методів видобування нових знань – алгоритм асоціативних правил.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання застосування інструментів новітніх інформаційних технологій, таких як великі дані та штучний інтелект, у кримінальній юстиції останнім часом вивчають багато науковців. Джебін Н. та Агавал П. представили огляд різних дослідницьких робіт, присвячених застосуванню методів інтелектуального аналізу даних в аналізі злочинності [4]. Огочукву О. та Форстер О. використовували інструменти інтелектуального аналізу даних, моделювання в реальному часі та дані про місцезнаходження для визначення категорії злочинів, які найбільш ймовірно відбудуться у конкретному місці у визначений час [5]. Сангані А., Сампат С., Піньяркар В. аналізували проблеми застосування методів кластеризації для прогнозування злочинності [6]. Сараванан П. та ін. вивчали методи аналізу даних для прогнозування злочинності на основі різних демографічних, соціально-економічних, просторово-часових та географічних факторів [7]. Іддер Е. та Куло С. розглядали штучний інтелект як невід'ємну частину кримінального правосуддя, яку використовують для аналітики, прогнозування, розкриття злочинів та вирішення проблем рецидивізму [8]. У [9, 10] запропоновано прогнозні моделі для оцінювання ймовірності ризиків скоєння засудженими повторних злочинів у майбутньому. Бейкер Д. та інші досліджували застосування штучного інтелекту для вирішення завдань судочинства, зокрема кримінальної юстиції [11]. Дакалбаб Ф. та ін. досліджували стратегії штучного інтелекту в прогнозуванні злочинів [12]. Вінер А. та ін. аналізували різні підходи до автоматичного профілювання та аналізу доказів у кримінальних провадженнях [13]. Сюй Ю. розробляв прогнозні моделі для передбачення судових вироків, завстосовуючи концепції великих даних та інтелектуального аналізу даних [14]. Джантан Х. та Джаміль А. використовували дані про попередню злочинну діяльність для розробки асоціативної апіорі моделі виявлення тенденцій злочинності з метою профілактики майбутніх злочинів [15]. У [16] запропоновано концепцію застосування методів інтелектуального аналізу текстів для швидкого та якісного аналізу електронних текстових документів.

Злочини є соціальною проблемою та дорого коштують суспільству не лише з економічної точки зору. Сьогодні актуальним є застосування методів науки про дані для надання інформаційної підтримки при розкритті злочинів, зокрема виявлення неочевидних взаємозв'язків та закономірностей у наборах даних про злочинність та побудова аналітичних моделей для підтримки прийняття раціональних рішень у кримінальній юстиції.

Мета дослідження – створити модель асоціативних правил, яка на основі відомих індивідуальних характеристик ув'язнених (відомостей про попередні засудження) виявляє неявні цікаві зв'язки, що є достатніми підставами ідентифікувати злочинця як схильного до скоєння повторних правопорушень.

Виклад основних результатів дослідження. Ця стаття є продовженням циклу робіт з питань застосування методів науки про дані для підтримки процесу ухвалення рішень у кримінальному судочинстві [9, 10, 16–20]. Прогнозна поліція (застосування математики, прогнозної аналітики та інших аналітичних методів у правоохоронних органах для виявлення потенційної злочинної діяльності) вже сьогодні активно

використовує прогностні алгоритми штучного інтелекту для ідентифікації злочинців за індивідуальними рисами обличчя, оцінювання ризику рецидивізму, передбачення можливих місць скоєння злочину, пошуку інформації у соціальних мережах тощо. У технологічно розвинутих країнах системи штучного інтелекту застосовують на різних етапах кримінального провадження, наприклад для встановлення можливості застосування умовно-дострокового звільнення чи участі обвинуваченого у системі пробації, розрахунку оптимального терміну ув'язнення, визначення рівня небезпеки підсудного для суспільства. В Україні практичні розробки такого плану знаходяться на початковій стадії.

При проведенні прикладних досліджень використано візуальне середовище для прогностної аналітики та інтелектуального аналізу даних RapidMiner Studio. Для створення моделі асоціативних правил між наборами даних про попередні злочини ув'язнених та повторними злочинами використано інформативну, яка містить наступні характеристики засуджених: наявність повторних злочинів (recidivism); стать (sex); сімейний стан (marital status); рівень освіти (education); місце проживання (place of residence); тип зайнятості (type of employment); наявність дострокових звільнень (early dismissals); наявність мотивації до звільнення (motivation for dismissal); вік (age); вік на момент першого засудження до реальної міри покарання (age1); вік на момент першого засудження до умовної або реальної міри покарання (age2); кількість засуджень до реальної міри покарання (real convictions); кількість умовних засуджень (suspended convictions).

Набір даних містить інформацію про 13000 ув'язнених. Записи про кожного з них є рядками таблиці набору даних, що містять інформацію про їхню попередню злочинну діяльність. Виявлені асоціативні правила дають змогу знаходити неочевидні закономірності між пов'язаними подіями та виявляти всі такі зв'язки між елементами з великих баз даних [21].

У результаті розробки моделі асоціативних правил отримано набори даних, які найчастіше зустрічаються у записах про кримінальну злочинність (рис. 1) та асоціативні правила (рис. 2–3).

Support	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4
0.984	real convictions	recidivism		
0.935	recidivism	early dismissals		
0.815	recidivism	suspended convictions		
0.935	real convictions	recidivism	early dismissals	
0.815	real convictions	recidivism	suspended convictions	
0.782	recidivism	early dismissals	suspended convictions	
0.782	real convictions	recidivism	early dismissals	suspended convictions

Рисунок 1. Часті набори даних

Розроблена асоціативна модель пояснює виявлені правила: в аналізованих записах про попередню злочинну діяльність ув'язнених найбільш поширеною індивідуальною характеристикою серед засуджених до реальних судимостей є «рецидивізм» (підтримка = 0,984). Таким чином, значна частка засуджених, інформація про яких зберігається в досліджуваному наборі даних, вже мали судимості у минулому. Найбільш частими поєднаннями досліджуваних ознак є «рецидив злочинів, дострокові звільнення» та «рецидив злочинів, умовна судимість». Це свідчить про те, що більшість ув'язнених, які вчинили повторні кримінальні правопорушення, в минулому мали дострокові звільнення (підтримка = 0,935) та умовні судимості (підтримка = 0,815).

Асоціації № 6, 20 і 37 не можна віднести до асоціативних правил, оскільки $lift = 1$ (зв'язок між умовою та висновком відсутній). Усі інші ідентифіковані асоціативні правила є сильними, оскільки вони мають високу підтримку ($support \geq 0,782$) і високу достовірність ($confidence \geq 0,829$). Вони демонструють сильну додатну кореляцію (прямий взаємозв'язок) в наборі даних і часто зустрічаються у записах про попередні злочини ув'язнених.

No.	Premises	Conclusion	Support	Confidence	Lift
6	real convictions	recidivism, suspended convictions	0.815	0.815	1
10	early dismissals	recidivism, suspended convictions	0.782	0.829	1.018
11	early dismissals	real convictions, recidivism, suspended convictions	0.782	0.829	1.018
12	real convictions, early dismissals	recidivism, suspended convictions	0.782	0.829	1.018
20	real convictions	recidivism, early dismissals	0.935	0.935	1
21	suspended convictions	recidivism, early dismissals	0.782	0.942	1.007
22	suspended convictions	real convictions, recidivism, early dismissals	0.782	0.942	1.007
23	real convictions, suspended convictions	recidivism, early dismissals	0.782	0.942	1.007
34	suspended convictions	recidivism	0.815	0.981	0.997
35	suspended convictions	real convictions, recidivism	0.815	0.981	0.997
36	real convictions, suspended convictions	recidivism	0.815	0.981	0.997
37	real convictions	recidivism	0.984	0.984	1
38	early dismissals, suspended convictions	recidivism	0.782	0.990	1.006
39	early dismissals, suspended convictions	real convictions, recidivism	0.782	0.990	1.006
40	real convictions, early dismissals, suspended con...	recidivism	0.782	0.990	1.006

Рисунок 2. Часті набори

Виявлено 50 асоціативних правил (рис. 3). З отриманих результатів можна зробити висновок: інформація про факт скоєння кримінального рецидиву найчастіше зустрічаються у записах про попередні злочини осіб, що раніше мали умовні судимості або були достроково звільнені з ув'язнення.

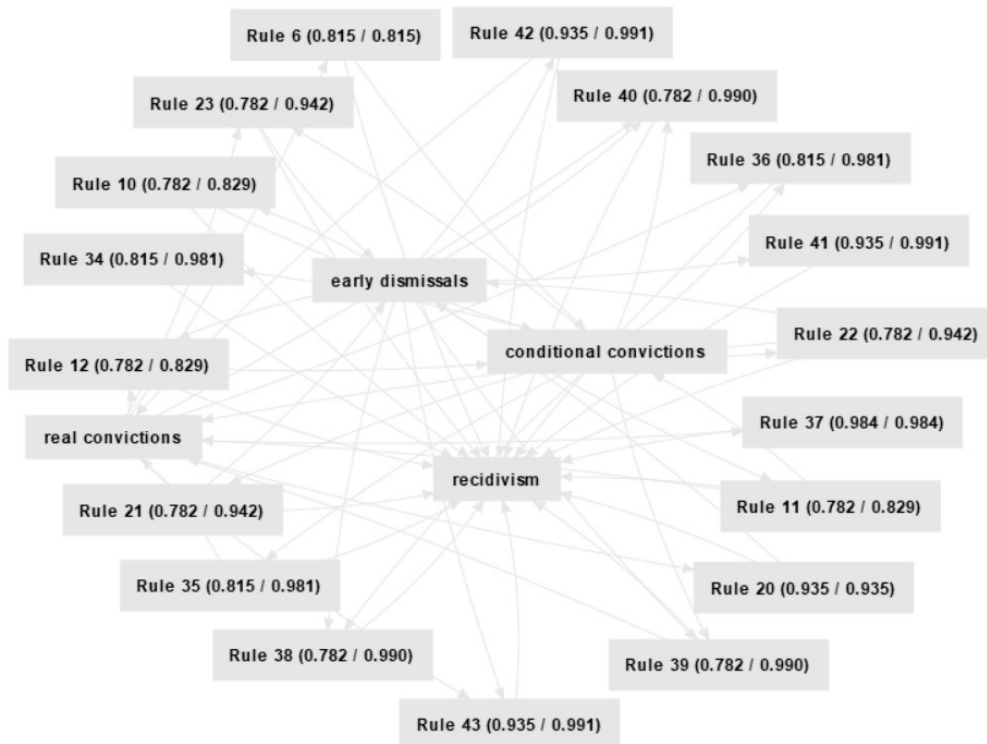


Рисунок 3. Діаграма асоціативних правил

Виявлені асоціативні правила підтверджують отримані у попередніх роботах результати [8; 9; 15; 16] та можуть надати важливу інформацію для підтримки прийняття рішень у кримінальній юстиції. Наприклад, стосовно доцільності застосування міри покарання у вигляді умовного засудження чи можливості умовно-дострокового звільнення на основі інформації про попередню злочинну діяльність ув'язненого.

Висновки. Заходи, спрямовані на забезпечення безпеки особи та суспільства, мають бути зосереджені на запобіганні скоєнню кримінальних злочинів, а не на розкритті вже скоєних правопорушень. Застосування методів науки про дані може надати надійну інформаційну підтримку у передбаченні ризику скоєння кримінальних злочинів у майбутньому, в т. ч. і рецидивів. Використання інструментів комп'ютерного моделювання сприяє покращенню розуміння неочевидних взаємозв'язків та складних проблем, розробці дієвих рішень у сфері кримінальної юстиції.

У роботі представлено результати дослідження, проведеного на основі реального набору даних про попередню злочинну діяльність 13000 засуджених, які відбувають покарання в пенітенціарних закладах України. За допомогою інструментів інтелектуального аналізу даних побудовано модель асоціативних правил. Виявлено часті набори та згенеровано 50 асоціативних правил, які можуть пояснити неочевидні цікаві взаємозв'язки між даними про попередню злочинну діяльність ув'язнених та ризиком скоєння ними повторних кримінальних злочинів. Встановлено, що основними ознаками, які асоціюють з фактом вчинення кримінальних рецидивів, є дострокові звільнення та умовні засудження. Ця інформація може бути актуальною для органів кримінальної юстиції при вирішенні питань умовно-дострокового звільнення, профілактики кримінальних правопорушень, зменшення рівня злочинності та забезпечення внутрішньої безпеки держави. Загалом методи машинного навчання та системи штучного інтелекту, ймовірно, не стануть панацеєю для системи кримінального правосуддя, однак можуть надати вагомі переваги при виборі ефективної стратегії ведення кримінального процесу та для оптимізації діяльності органів правосуддя.

Список використаних джерел

1. Ilyushin M., Ebel F. Using conscripts and prison inmates, Russia doubled its forces in Ukraine. 2022. URL: <https://www.washingtonpost.com/world/2022/12/23/russia-troops-wagner-convicts-ukraine> (дата звернення: 10.09.2023).
2. Walsh N. P., Markina D., Shukla S., Ochman O., Tarasova D. Russia dangles freedom to prisoners if they fight in Ukraine. Many are taking the deadly gamble. 2022. URL: <https://edition.cnn.com/2022/08/09/europe/russia-recruits-prisoners-ukraine-war-cmd-intl/index.html> (дата звернення: 10.09.2023).
3. Ковальчук О., Банах С. Логіка права: стратегія кримінального профілювання. *Актуальні проблеми правознавства*. 2023. №3. С. 169–175.
4. Jabeen N., Agarwal P. Data Mining in Crime Analysis. *Proceedings of Second International Conference on Smart Energy and Communication*. 2021. P. 97–103.
5. Ogochukwu O., Forster O. An Overview of Crime Analysis, Prevention and Prediction Using Data Mining Based on Real Time and Location Data. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*. 2021. Vol. 5, Issue 10. P. 99–103.
6. Sangani A., Sampat C., Pinjarkar V. Crime prediction and analysis. *SSRN Electronic Journal*. 2019. P. 1–5. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3367712> (дата звернення: 09.09.2023).
7. Saravanan P., Selvaprabu J., Raj L. A., Khan A., Sathick K. Survey on crime analysis and prediction using data mining and machine learning techniques. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. 2021. Vol. 688. P. 435–448.
8. Idder A., Coulaux S. Artificial intelligence in criminal justice: invasion or revolution? *International Bar Association*. 2021. URL: <https://www.ibanet.org/dec-21-ai-criminal-justice> (дата звернення: 28.07.2023).
9. Berezka K. M., Kovalchuk O. Ya., Banakh S. V., Zlyvko S. V., Hrechaniuk R. A Binary Logistic Regression Model for Support Decision Making in Criminal Justice. *Folia Oeconomica Stetinensia*. 2022. Vol. 22 (1). P. 1–17.
10. Kovalchuk O., Banakh S., Masonkova M., Burdin V., Zaverukha O., Ivanytskyy R. A Scoring Model for Support Decision Making in Criminal Justice. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 12th International Conference (Slovakia)*. 2022. P. 116–120.
11. Baker D. J., Robinson P. H. (Eds.). Artificial Intelligence and the Law. *Cybercrime and Criminal Liability*. 2020. URL: <https://doi.org/10.4324/9780429344015> (дата звернення: 16.08.2023).
12. Dakalbab F., Talib M., Waraga O., Nassif A., Abbas S., Nasir, Q. Artificial intelligence & crime prediction: A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*. 2022. Vol. 6. Issue 1. P. 1–23.
13. Wyner A., Mochales-Palau R., Moens M.-F., Milward D. Approaches to Text Mining Arguments from Legal Cases. *Semantic Processing of Legal Texts : Proceedings of the Conference (Germany)*. 2018. P. 60–79. URL: https://www.researchgate.net/publication/220745863_Approaches_to_Text_Mining_Arguments_from_Legal_Cases (дата звернення: 17.09.2023).

14. Xu Ju. Research on Judicial Big Data Text Mining and Sentencing Prediction Model. *Journal of Physics: Conference Series 1883*. 2021. P. 1–6.
15. Jantan H., Jamil A. Association Rule Mining Based Crime Analysis using Apriori Algorithm. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2019. Vol. 8. No 1.5. P. 18–24.
16. Kovalchuk O., Banakh S., Masonkova M., Berezka K., Mokhun S., Fedchyshyn O. Text Mining for the Analysis of Legal Texts. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 12th International Conference (Slovakia)*. 2022. P. 502–505.
17. Kovalchuk O., Banakh S., Masonkova M., Moskaliuk N., Rohatynska N., Pustovyi O. Survival Analysis Models for Estimating and Predicting the Risks of Confession of Criminal Defendants. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 13 th International Conference (Poland)*. 2023. P. 46–51.
18. Kovalchuk O., Kasianchuk M., Karpinski M., Shevchuk R. Decision-Making Supporting Models Concerning the Internal Security of the State. *International Journal of Electronics and Telecommunications*. 2023. Vol. 69. No. 2. P. 301–307.
19. Kovalchuk O., Shevchuk R., Shangytbayeva G., Kasianchuk M. Decision Support Model Based on the Analysis of International Security Risks and Threats. Chapter in monograph: *Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji*. Akademia Techniczno-Humanistycznej, Bielsku-Białej. 2022. P. 57–70.
20. Kovalchuk O., Karpinski M., Banakh S., Kasianchuk M., Shevchuk R., Zagrodna N. Prediction Machine Learning Models on Propensity Convicts to Criminal. *Information*. 2023. Vol. 14(3). P. 161.
21. Mathur V. Association Rule Mining: Importance and Steps. *Analytics Steps*. 2022. URL: <https://www.analyticssteps.com/blogs/association-rule-mining-importance-and-steps> (дата звернення: 07.09.2023).

References

1. Ilyushin, M. & Ebel, F. (2022). Using conscripts and prison inmates, Russia doubled its forces in Ukraine. URL: <https://www.washingtonpost.com/world/2022/12/23/russia-troops-wagner-convicts-ukraine> [in English]
2. Walsh, N. P., Markina, D., Shukla, S., Ochman, O. & Tarasova, D. (2022). Russia dangles freedom to prisoners if they fight in Ukraine. Many are taking the deadly gamble. Retrieved from <https://edition.cnn.com/2022/08/09/europe/russia-recruits-prisoners-ukraine-war-cmd-intl/index.html> [in English]
3. Kovalchuk, O. & Banakh, S. (2023). Lohika prava: stratehiia kryminalnoho profiliuvannia [Logic of Law: Criminal Profiling Strategy]. *Aktualni problemy pravoznavstva – Actual problems of law*, 3, 169–175 [in Ukrainian]
4. Jabeen, N. & Agarwal, P. (2021). *Data Mining in Crime Analysis. Proceedings of Second International Conference on Smart Energy and Communication*, 97–103. Retrieved from https://10.1007/978-981-15-6707-0_10 [in English]
5. Ogochukwu, O. & Forster, O. (2021). *An Overview of Crime Analysis, Prevention and Prediction Using Data Mining Based on Real Time and Location Data. International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5 (10), 99–103. Retrieved from <https://www.ijeast.com/papers/99-103,Tesma510,IJEAST.pdf> [in English].
6. Sangani, A., Sampat, C. & Pinjarkar, V. (2019). *Crime prediction and analysis. SSRN Electronic Journal*, 1–5. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.3367712> [in English]
7. Saravanan, P., Selvaprabu, J., Raj, L. A., Khan, A. & Sathick, K. (2021). Survey on crime analysis and prediction using data mining and machine learning techniques. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 688, 435–448. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-15-7241-8_31 [in English].
8. Idder, A. & Coulaux, S. (2021). Artificial intelligence in criminal justice: invasion or revolution? *International Bar Association*. Retrieved from <https://www.ibanet.org/dec-21-ai-criminal-justice> [in English]
9. Berezka, K. M., Kovalchuk, O. Ya., Banakh, S. V., Zlyvko, S. V. & Hrechaniuk, R. (2022). A Binary Logistic Regression Model for Support Decision Making in Criminal Justice. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 22 (1), 1–17. Retrieved from <https://doi.org/10.2478/fofi-2022-0001> [in English]
10. Kovalchuk, O., Banakh, S., Masonkova, M., Burdin, V., Zaverukha, O. & Ivanytsky, R. (2022). A Scoring Model for Support Decision Making in Criminal Justice. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 12th International Conference (Slovakia)*, 116–120. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/ACIT54803.2022.9913182> [in English]
11. Baker, D. J. & Robinson, P. H. (Eds.). (2020). *Artificial Intelligence and the Law. Cybercrime and Criminal Liability*. Retrieved from <https://doi.org/10.4324/9780429344015> [in English]

12. Dakalbab, F., Talib, M., Waraga, O., Nassif, A., Abbas, S. & Nasir, Q. (2022). Artificial intelligence & crime prediction: A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 6 (1), 1-23 [in English]
13. Wyner, A., Mochales-Palau, R., Moens, M.-F. & Milward, D. (2018). Approaches to Text Mining Arguments from Legal Cases. *Semantic Processing of Legal Texts: Proceedings of the Conference (Germany)*, 60–79 [in English]
14. Xu, Ju. (2021). Research on Judicial Big Data Text Mining and Sentencing Prediction Model. *Journal of Physics: Conference Series 1883*, 1–6 [in English].
15. Jantan, H. & Jamil, A. (2019). Association Rule Mining Based Crime Analysis using Apriori Algorithm. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8 (1.5), 18–24 [in English]
16. Kovalchuk, O., Banakh, S., Masonkova, M., Berezka, K., Mokhun, S. & Fedchyshyn, O. (2022). Text Mining for the Analysis of Legal Texts. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 12th International Conference (Slovakia)*, 502–505 [in English]
17. Kovalchuk, O., Banakh, S., Masonkova, M., Moskaliuk, N., Rohatynska, N. & Pustovyi, O. (2023). Survival Analysis Models for Estimating and Predicting the Risks of Confession of Criminal Defendants. *Advanced Computer Information Technology: Proceedings of the 13th International Conference (Poland)*. P. 46–51 [in English].
18. Kovalchuk, O., Kasianchuk, M., Karpinski, M. & Shevchuk, R. (2023). Decision-Making Supporting Models Concerning the Internal Security of the State. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 69(2), 301–307 [in English].
19. Kovalchuk, O., Shevchuk, R., Shangytbayeva, G. & Kasianchuk, M. (2022). Decision Support Model Based on the Analysis of International Security Risks and Threats. Chapter in monograph: *Przetwarzanie, transmisja i bezpieczeństwo informacji*. Akademia Techniczno-Humanistycznej, Bielsku-Białej. P. 57–70. [in English].
20. Kovalchuk, O., Karpinski, M., Banakh, S., Kasianchuk, M., Shevchuk, R. & Zagorodna, N. (2023). Prediction Machine Learning Models on Propensity Convicts to Criminal. *Information*. Vol. 14(3). P. 161 [in English].
21. Mathur, V. (2022). Association Rule Mining: Importance and Steps. *Analytics Steps*. URL: <https://www.analyticssteps.com/blogs/association-rule-mining-importance-and-steps> [in English].

Стаття надійшла до редакції 19.09.2023