

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-320-4-42>

УДК 330.43:330.46

Лариса ПЕРХУН

Агропромхолдинг МХП

<https://orcid.org/0000-0002-8667-2312>

e-mail: lperkhun@gmail.com

Ганна ЯРОВЕНКО

Сумський державний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8760-6835>

e-mail: h.yarovenko@biem.sumdu.edu.ua

Вадим ЯКОВЕНКО

Університет митної справи та фінансів

<https://orcid.org/0000-0001-7762-5410>

e-mail: yakovenko@ua.fm

Оксана ЛЕБІДЬ

Університет митної справи та фінансів

<https://orcid.org/0000-0001-5346-4464>

e-mail: lebyed_oksana@ua.fm

Максим КОРНЄЄВ

Університет митної справи та фінансів

<https://orcid.org/0000-0002-4005-5335>

e-mail: km_13_15@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ВИЖИВАННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ФІНАНСОВОГО МОНІТОРИНГУ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ ¹

У статті наведено обґрунтування доцільності та особливостей застосування класичних базових методів аналізу виживання для оцінювання ефективності систем фінансового моніторингу та кібербезпеки. Необхідність дослідження даної проблеми зумовлена неспроможністю сучасних систем фінансового моніторингу та кібербезпеки на державному рівні протидіяти різним видам загроз, особливо в умовах воєнного стану та спаду економічного зростання. Інтерпретовано тлумачення функції виживання у термінах предметної області. У термінах аналізу виживання критичною подією, яка розцінюється як "смерть" системи, обрано зміну рівня інтегрального показника ефективності систем фінансового моніторингу та кібербезпеки або неможливість його обчислення в силу недоступності статистичних даних. Обґрунтовано доцільність застосування трьох базових методів – методу аналізу таблиць життя, методу Каплана–Мейєра та регресії Кокса – для оцінювання ефективності систем фінансового моніторингу та кібербезпеки. Основними аргументами на користь доцільності виступили: можливість використання цензурованих даних, що особливо актуально в умовах недостатньої регламентованості збору необхідної статистичної інформації; здатність методів аналізу виживання не тільки вивчати ефективність систем фінансового моніторингу та кібербезпеки в часовому просторі, а й оцінювати фактори, які на це впливають; наявність окремих модулів аналізу виживаності у різноманітних комп'ютерних програмах аналізу даних.

Ключові слова: аналіз виживання, ефективність, кібербезпека, конвергенція, фінансовий моніторинг.

Larysa PERKHUN

MHP SE

Hanna YAROVENKO

Sumy State University

Vadim YAKOVENKO, Oksana LEBID, Maxim ORNEYEV

University of Customs and Finance

APPLICATION OF SURVIVAL ANALYSIS METHODS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF FINANCIAL MONITORING AND CYBER SECURITY SYSTEMS

The article provides a rationale for the practicality and features of using classic basic survival analysis methods for evaluating the effectiveness of financial monitoring and cyber security systems. The need to study this problem is due to the inability of modern systems of financial monitoring and cyber security at the state level to counteract various types of threats, especially in martial law conditions and the decline of economic growth. It is proposed to determine the effectiveness level of financial monitoring and cyber security systems using an integral indicator, the calculation of which is based on two composite indicators – the critical index of the cyber security system development level and the system development level essential index, which is countering the criminal proceeds legalization. Five qualitative levels of financial monitoring and cyber security systems effectiveness are distinguished. The survival function is interpreted in terms of the subject area. In terms of survival analysis, a level's change of the financial monitoring and cyber security systems integral indicator or the impossibility of its calculation due to the unavailability of statistical data is chosen as a critical event considered as the "death" of the system. The expediency of using

¹ Робота виконана в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи 0121U109559 «Національна безпека через конвергенцію систем фінансового моніторингу та кібербезпеки: інтелектуальне моделювання механізмів регулювання фінансового ринку».

three primary methods – the method of life table analysis, the Kaplan–Meier method and Cox regression – for evaluating the effectiveness of financial monitoring and cyber security systems is substantiated. The main arguments in favour of practicality were the possibility of using censored data, which is especially relevant in the absence of the necessary statistical information; the ability of survival analysis methods not only to study the effectiveness of financial monitoring and cyber security systems in time's periods but also to assess the factors that influence it; availability of separate survival analysis modules in data analysis computer programs.

Keywords: survival analysis, efficiency, cyber security, convergence, financial monitoring.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Стрімке впровадження цифрових технологій в усі сфери соціально–економічної активності більшості країн призводить не тільки до економічного зростання економік, проте й породжує нові виклики до національних і світових систем фінансового моніторингу та кібербезпеки.

Діджиталізація фінансово–економічних відносин надає широкий спектр можливостей для легалізації доходів, отриманих незаконним шляхом. На перший погляд цифровий рух грошей досить легко відслідковувати. Однак зловмисники через численні акаунти у платіжних системах можуть робити сотні транзакцій за короткотривалий період часу, що значно ускладнює процес моніторингу. Одночасно збільшуються цифрові ризики, такі як збої в платіжних системах, крадіжка даних тощо (Vives, 2019).

Системи фінансового моніторингу та кібербезпеки (СФМК) покликані протистояти зазначеним негативним процесам, а глобальна цифровізація соціально–економічних відносин свідчить про те, що розглядати ці системи необхідно тільки у конвергенції, тобто у взаємодії.

Рано чи пізно будь–яка система під впливом зовнішніх і внутрішніх подразників зазнає змін і або руйнується, або модифікується. У другому випадку вона може продовжити виконувати свої задачі або вийти на якісно інший рівень свого існування.

У сучасному світі, коли одні процеси дуже пришвидшуються, а інші навпаки, завдяки інертності суспільних інститутів та інституцій, змінюються досить повільно, особливо актуальною стає проблема оцінювання ефективності функціонування тієї чи іншої системи взагалі і систем фінансового моніторингу та кібербезпеки зокрема.

Аналіз досліджень та публікацій

У роботі [13] наведено досить ґрунтовний бібліографічний аналіз наукових статей міжнародної наукометричної бази даних Scopus за 2012–2022, у яких розглядалися питання кіберзахисту та кібербезпеки. З аналізу відібраних 3857 робіт автором виділено чотири наукових кластери:

- кластер, присвячений вивченню кібербезпеки та складовим її забезпечення;
- кластер, сфокусований на дослідженні та пошуку засобів та технологій ідентифікації кіберзагроз, а також протидії кібератакам;
- кластер зі спеціалізацією щодо дослідження об'єктів кіберзахисту, які мають пріоритетне значення в умовах діджиталізації економіки;
- кластер, присвячений дослідженню впливу кіберзагроз на життєдіяльність людини.

Науковими пошуками в сфері фінансової безпеки держави та суб'єктів підприємництва займалися такі вітчизняні вчені як Ареф'єва О.В., Барановський О.І., Варналій З.С., Васильців Т.Г., Єрмошенко М.М., Козаченко Г.В., Крупка М.І., Мартинюк В.П., Підхомний О.М., Б. І. Пшик, Ревак І.В., Франчук В.І. та багато інших.

Аналіз виживання знайшов широке застосування в економічних дослідженнях вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, роботи Д. Мачина, М. Палмара [10], Д. Кляйна, Л. Мельвіна [9] стосуються окремих практичних аспектів застосування методів виживання в економіці. Моделюванням виживаності банків України займалися О. А. Сергієнко, Я.Ю. Солдатова, Л.Д. Філатова [12]. Аналіз фінансових ризиків проводила Н. Кузнецова [8, 11]. Однак на сьогодні практично відсутні роботи, присвячені використанню методів аналізу виживання в дослідженні ефективності функціонування систем фінансового моніторингу та кібербезпеки.

Формулювання цілей статті

Авторами поставлено за мету дослідити можливості застосування методів аналізу виживання для оцінювання ефективності конвергентного функціонування систем фінансового моніторингу та кібербезпеки.

Виклад основного матеріалу

Для оцінки рівня ефективності конвергентного функціонування систем фінансового моніторингу та кібербезпеки пропонується використовувати інтегральний показник *IKF*, розрахунок якого базується на двох композитних індикаторах *IC* та *IP*:

$$IKF = \sqrt{IC * IP}, \quad (1)$$

де IC – інтегральний індекс, що характеризує рівень розвитку системи кібербезпеки для певної країни чи економічного суб'єкта;

IP – інтегральний індекс, що характеризує рівень розвитку системи протидії легалізації кримінальних доходів для певної країни чи економічного суб'єкта.

Для обчислення інтегрального показника IKF обранообирається мультиплікативна згортка на основі середньо геометричного, так як вона більш точно відображає розрив між числовими значеннями індикаторів (підкореневих множників) у порівнянні з іншими способами згортання.

Методика розрахунку композитних індикаторів IC та IP детально описана в роботі [1]. Визначення найбільш релевантних факторів процесу конвергенції систем кібербезпеки та фінансового моніторингу країн i , відповідно, показників, проведено в роботі [2]. В даній статті для загального розуміння наведемо їх перелік без доказового обґрунтування.

Для розрахунку інтегрального індексу рівня розвитку системи кібербезпеки використовуються:

- глобальний індекс кібербезпеки (Global Cybersecurity Index), який визначає здатність країн світу протидіяти кіберзагрозам та ідентифікує їх сильні та слабкі сторони, а також потенційні можливості;
- національний індекс кібербезпеки (National Cyber Security Index), який оцінює готовність окремої країни протидіяти кіберзагрозам та керувати кіберінцидентами;
- індекс мережевої готовності (Networked Readiness Index), який дозволяє визначити технологічну готовність країни для впровадження сучасних інформаційних систем та технологій для автоматизації різних сфер суспільства;
- рівень цифрового розвитку (Digital Development Level), який вказує на ступінь цифрової трансформації країни.

Для оцінки стану системи протидії легалізації кримінальних доходів та фінансування тероризму обрано наступні індикатори:

- індекс політичної стабільності (Political Stability Index), який враховує імовірність дестабілізації уряду країни через неконституційні та насильницькі заходи;
- індекс ефективності уряду (Government Effectiveness Index), який вимірює якість управління державними органами, їх незалежність від політичного впливу, ефективність роботи та рівень довіри до уряду;
- легкість ведення бізнесу (Ease of Doing Business), що оцінює умови для підприємництва в країні і впливає на ризики зростання тіньового сектору та відмивання коштів;
- індекс злочинності (Crime Index), який вказує на рівень злочинності в країні і впливає на стабільність соціальної, політичної та економічної сфер;
- глобальний індекс тероризму (Global Terrorism Index), який свідчить про рівень терористичної активності, що може впливати на ризики легалізації кримінальних доходів та фінансування тероризму;
- індекс фінансової таємниці (Financial Secrecy Index), який вказує на ступінь захисту фінансових операцій і може сприяти приховуванню незаконних доходів та фінансових операцій з кримінальними джерелами коштів.

Композитні індикатори IC та IP мають значення від 0 до 1, відповідно й інтегральний показник IKF також буде знаходитись в цьому діапазоні. Надаємо його можливим значенням якісну інтерпретацію:

- $0,8 < IKF \leq 1$ – рівень А, "дуже добре";
- $0,63 < IKF \leq 0,8$ – рівень В, "добре";
- $0,37 < IKF \leq 0,63$ – рівень В, "задовільно";
- $0,2 < IKF \leq 0,37$ – рівень В, "погано";
- $0 < IKF \leq 0,2$ – рівень В, "дуже погано".

Методи аналізу виживання (Survival Analysis) – це статистичні та математичні методи дослідження часу до настання певної події, такої як смерть, виходження з ладу обладнання, виживання пацієнтів тощо. Цей вид аналізу використовується для оцінки ймовірності виживання протягом певного періоду часу та вивчення впливу різних факторів на час до настання цієї події. Автори звернули увагу на ці методи з позицій можливості застосування даного виду аналізу навіть в тому випадку, коли відбувається втрата спостережень.

Під подією будемо розуміти зміну рівня інтегрального показника IKF або неможливість його обчислення в силу недоступності статистичних даних.

Приведемо зміст загальних компонентів та понять методів аналізу виживання у термінах нашого дослідження:

- функція виживання (Survival Function) – це ймовірність того, що рівень ефективності деякої СФМК виживання не зміниться до певного моменту часу t :

$$S(t) = P(T > t), \quad (2)$$

де T – випадкова величина, яка є часом до настання досліджуваної події.

Наприклад, якщо функція виживання має значення $0,7$ для моменту часу $t=3$, то це означає, що ймовірність того, що ефективність СФМК не зміниться протягом трьох років після її запровадження, дорівнює $0,7$;

- функція ризику (Hazard Function) – визначає ймовірність того, що подія відбудеться в певний момент часу за умови, що ця подія не сталася раніше; дана функція може бути використана для прогнозування ризику настання події у майбутньому або для порівняння ризику настання події між двома й більше досліджуваними групами СФМК;

- крива виживання (Survival Curve) – відображає значення функції виживання залежно від часу;

- цензурування змінних – інформація, яка нас цікавить, може бути неповною (*censored*), якщо немає даних про настання досліджуваної події, у протилежному випадку вона є повною (*complete*); спостереження, які містять неповну інформацію, називаються *цензурованими* спостереженнями [3, 4].

Схарактеризуємо у загальному вигляді застосування наступних методів аналізу виживання для подальшої оцінки рівня ефективності конвергентного функціонування систем фінансового моніторингу та кібербезпеки:

- метод, що ґрунтується на аналізі таблиць життя;
- метод Каплана–Мейєра (Kaplan–Meier estimator);
- регресія Кокса (Cox regression).

Метод аналізу таблиць життя. Для аналізу даних про виживання одними з найперших почали застосовуватися таблиці життя. Часовий відрізок можливих термінів настання критичної події (зміна рівня інтегрального показника *IKF* СФМК деякої країни або неможливість його обчислення) розбивається на деяку кількість інтервалів. Для кожного з виділених інтервалів обчислюється:

- кількість досліджуваних об'єктів – як кількість країн, для яких рівень інтегрального показника *IKF* не змінився на початку даного часового інтервалу, за мінусом половини кількості вилучених або цензурованих об'єктів;

- частка “померлих” СФМК, тобто таких, для яких змінився рівень інтегрального показника *IKF* – як відношення кількості “померлих” СФМК до кількості досліджуваних на цьому етапі об'єктів;

- частка таких СФМК, що “вижили” – як одиниця мінус частка “померлих” СФМК;

- функція виживання як кумулятивна частка тих СФМК, що “вижили”, тобто не змінили рівень інтегрального показника *IKF* на початок даного часового інтервалу; вона розраховується як добуток часток СФМК, що “вижили” на всіх попередніх інтервалах; дана функція показуватиме ймовірність того, що деяка СФМК “переживе” відповідний період, тобто буде мати таку саму ефективність, як і в попередніх періодах;

- щільність ймовірності – як різниця значень функції виживання на даному й наступному етапах, поділена на довжину часового інтервалу;

- функція інтенсивності відмов, або функція миттєвого ризику – як співвідношення кількості “померлих” СФМК, що припадають на одиницю часу в досліджуваному інтервалі, до середньої кількості СФМК, що “дожили” до середини досліджуваного часового інтервалу; дана функція показує ймовірність того, що СФМК, яка “вижила” на початку певного часового інтервалу, відмовить, тобто змінить рівень інтегрального показника *IKF* протягом цього часового проміжку.

Метод оцінки Каплана–Мейєра. Даний метод застосовується для побудови кривої виживання і потребує наступної вхідної інформації:

- номер спостережуваної СФМК;
- час “життя” СФМК, тобто проміжок часу, у якому рівень інтегрального показника *IKF* не змінювався;

- кодування настання події: 1 – рівень інтегрального показника *IKF* змінився; 0 – маємо цензуроване значення, тобто у нас відсутні статистичні дані для розрахунку інтегрального показника *IKF*.

Ймовірність виживання розраховується за формулою:

$$S_t = S_{t-1} * \frac{N_t - E_t}{N_t}, \quad (3)$$

де S_t – ймовірність виживання в момент часу t ;

S_{t-1} – ймовірність виживання в момент часу $t-1$;

N_t – кількість “живих” СФМК у момент часу t ;

E_t – кількість подій, тобто “померлих” СФМК у момент часу t ;

C_t – кількість цензурованих подій у момент часу t .

Для зручності обчислень усі спостереження сортують у порядку зростання часу їхнього “життя”.

За розрахованими даними будується крива залежності ймовірності “виживання” СФМК від часу. На основі цих кривих можна порівнювати ефективність конвергентного функціонування систем фінансового моніторингу та кібербезпеки різних груп країн за допомогою різноманітних тестів – Log-Rank test, Gehan-

Wilcoxon test, Mantel-Cox test тощо – перевіркою нульової гіпотези про те, що криві виживання в досліджуваних групах є однаковими.

Описані вище два методи є по суті непараметричними і дають прийнятні результати за наявності єдиної категорійної ознаки та цензурованих даних. Однак вони не дозволяють дослідити вплив окремих факторів на час виживання.

Регресія Кокса. На відміну від непараметричних методів, регресія Кокса моделює функцію ризику, а не функцію виживання. Вона базується на припущенні пропорційної небезпеки. У термінах нашого дослідження це формулюється наступним чином: ризик настання події (зміна рівня інтегрального показника *IKF* або неможливість його обчислення в силу недоступності статистичних даних) для будь-яких двох об'єктів в будь-який інтервал часу є пропорційним, що свідчить про його незалежність від часу. Тобто об'єкти, для яких відбудеться чи не відбудеться досліджувана подія, вибувають з вибірки з однаковою ймовірністю. Крім цього, регресія Кокса дає можливість дослідити зв'язок між “виживанням” СФМК і факторами, які на це впливають.

Побудова регресії Кокса передбачає виконання ряду умов:

- всі досліджувані фактори незалежні, колінеарні фактори мають бути виключені;
- ризик настання події для будь-яких двох об'єктів вибірки у будь-який інтервал часу пропорційний;
- для кожного об'єкта вибірки точно визначено момент початку та момент закінчення дослідження, а також причина закінчення спостереження – настання події або втрата доступу до статистичних даних);

- метод оцінки “виживання” однаковий протягом усього часу спостереження;

- фактори, що впливають на виживання, не змінюються в ході дослідження.

Для побудови регресійної залежності нас будуть цікавити наступні показники:

- результат – настала подія чи ні;
- період спостереження;
- предиктори (в нашому випадку це композитні індикатори *IC* та *IP*).

Основна математична формула моделі Кокса для часу виживання має вигляд:

$$h(t, x) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p), \quad (4)$$

де $h(t, x)$ – функція ризику (hazard function) у момент часу t для об'єкта з вектором предикторів x ;

$h_0(t)$ – базовий ризик у момент часу t (без жодних факторів впливу);

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ – коефіцієнти, які визначають вплив кожної змінної x_1, x_2, \dots, x_p на ризик; ці коефіцієнти можуть оцінюватися різними методами під час підгонки моделі до даних [6–8].

За умови пропорційності ризиків, а також враховуючи, що в термінах нашого дослідження ми маємо тільки два узагальнені фактори, що впливають на “виживання” СФМК, формула (4) набуває вигляду:

$$h(t, IC, IP) = \exp(\beta_1 IC + \beta_2 IP), \quad (5)$$

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У даній статті наведено узагальнений опис базових методів аналізу виживання. Звичайно, існують й інші, дещо модифіковані, ускладнені. Однак навіть перше наближення до обраного підходу дозволяє зробити висновки, що ці методи є дієвим інструментом для оцінювання ефективності систем фінансового моніторингу та кібербезпеки. По-перше, завдяки використанню цензурованих даних, що є досить актуальним в умовах нестачі статистичної інформації. За відсутності показника фактичного часу виживання використовується його заміник – спостережуваний час виживання. По-друге, залежно від поставлених задач дослідження і обраного конкретного методу виживання можна не тільки вивчати ефективність СФМК в часовому просторі, а й оцінювати фактори, які на це впливають. По-третє, у багатьох комп'ютерних програмах аналізу даних реалізовані окремі модулі для аналізу виживаності, що значно спрощує процес розрахунків.

Перспективою подальших розвідок автори вбачають більш глибокий аналіз особливостей схарактеризованих методів через їхню практичну реалізацію на основі реальних статистичних даних.

Література

1. Яровенко Г. М. Оцінка рівня конвергенції системи кібербезпеки та протидії легалізації кримінальних доходів [Електронний ресурс] / Г. М. Яровенко, О. В. Колотіліна, А. О. Світлична // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм. – 2021. – № 14. – С. 119–130. – Режим доступу : <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2021-14-12>.

2. Кузьменко О. В. Попередній аналіз процесу конвергенції систем кібербезпеки та фінансового моніторингу країн [Електронний ресурс] / О. В. Кузьменко, Г. М. Яровенко, А. О. Колотіліна // Економіка та суспільство. – 2021. – № 32. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-37>.
3. Xalafyan A. A. STATISTICA6. / A. A. Halafyan. – ООО «Binom-Press», 2010. – 528 p.
4. Радзішевська Є. Б. Приклад використання актуаріальних розрахунків в клінічній практиці / Є. Б. Радзішевська, В. Г. Книгавко // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної internet-конференції (7-18 лютого 2011 р.). – Луганськ, 2011. – С. 4–5.
5. Kaplan E. L. Non-parametric estimation from incomplete observations / E. L. Kaplan, P. Meier // Journal of the American Statistical Association. – 1958. – № 53 (282). – P. 457–481.
6. Cox Proportional-Hazards Model. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.sthda.com/english/wiki/cox-proportional-hazards-model>.
7. Norusis M. J. SPSS 15.0 advanced statistical procedures companion / M. J. Norusis. – New Jersey, 2007. – 418 p.
8. Кузнєцова Н. В. Динамічний метод оцінювання ризиків у системі фінансового менеджменту / Н. В. Кузнєцова // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 85–98. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/rzod_2019_21_3_9.
9. Klein J. P. Moeschberger Survival Analysis. Techniques for Censored and Truncated Data / J. P. Klein, L. Melvin. – New York : Springer, 1997. – 502 p.
10. Machin D. Survival Analysis: A Practical Approach. 2-ndEd. / D. Machin, Y. Cheung, M. Palmar. – New York, 2006. – 278 p.
11. Кузнєцова Н. В. Моделювання фінансового ризику в телекомунікаційній сфері / Н. В. Кузнєцова, П. І. Бідюк // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2017. – № 5. – С. 51–58. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2017_5_8.
12. Сергієнко О. А. Моделювання виживаності та розповсюдження кризових ситуацій на банківському ринку України / О. А. Сергієнко, Л. Д. Філатова, Я. Ю. Солдатова // Проблеми економіки. – 2015. – № 1. – С. 372–381. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2015_1_49.
13. Удосконалення системи запобігання та протидії фінансовим кібершахрайствам: теоретико-методологічні та практичні аспекти / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. А. О. Бойка та д-ра екон. наук, доц. Г. М. Яровенко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 215 с.

References

1. Yarovenko H. Assessment of the convergence level of the cyber security system and counteraction of money laundering [Electronic source] / H. Yarovenko, O. Kolotilina, A. Svitlychna // The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: International Relations. Economics. Country Studies. Tourism. – 2021. – Vol. 14. – P. 119–130. – Access mode : <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2021-14-12>.
2. Kuzmenko O. Poperednii analiz protsesu konverhentsii system kiberbezpeky ta finansovoho monitorynhu krain [Preliminary analysis of the convergence process of cyber security systems and financial monitoring of countries] [Electronic source] / O. Kuzmenko, H. Yarovenko, A. Kolotilina // Economy and society. – 2021. – Vol. 32. – Access mode : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-37>.
3. Xalafyan A. A. STATISTICA6. / A. A. Halafyan. – ООО «Binom-Press», 2010. – 528 p.
4. Radzishavska Ye. B. Pryklad vykorystannia aktuarialnykh rozrakhunkiv v klinichnii praktitsi [An example of the use of actuarial calculations in clinical practice] / Ye. B. Radzishavska, V. H. Knihavko // Materialy II vseukrainskoi naukovopraktychnoi internetkonferentsii (7-18 February 2011). – Luhansk, 2011. – P. 4–5.
5. Kaplan E. L. Non-parametric estimation from incomplete observations / E. L. Kaplan, P. Meier // Journal of the American Statistical Association. – 1958. – Vol. 53 (282). – P. 457–481.
6. Cox Proportional-Hazards Model. [Radzishavska Ye. B. Pryklad vykorystannia aktuarialnykh rozrakhunkiv v klinichnii praktitsi / Ye. B. Radzishavska, V. H. Knihavko // Materialy II vseukrainskoi naukovopraktychnoi internetkonferentsii (7-18 liutoho 2011 r.). – Luhansk]. – Access mode : <http://www.sthda.com/english/wiki/cox-proportional-hazards-model>.
7. Norusis M. J. SPSS 15.0 advanced statistical procedures companion / M. J. Norusis. – New Jersey, 2007. – 418 p.
8. Kuznietsova N. V. Dynamichniy metod otsiniuvannya ryzykiv u systemi finansovoho menedzhmentu [A dynamic method of risk assessment in the financial management system] / N. V. Kuznietsova // Registration, storage and processing of data. – 2019. – Vol. 21(3). – P. 85–98. – Access mode : http://nbuv.gov.ua/UJRN/rzod_2019_21_3_9.
9. Klein J. P. Moeschberger Survival Analysis. Techniques for Censored and Truncated Data / J. P. Klein, L. Melvin. – New York : Springer, 1997. – 502 p.
10. Machin D. Survival Analysis: A Practical Approach. 2-ndEd. / D. Machin, Y. Cheung, M. Palmar. – New York, 2006. – 278 p.
11. Kuznietsova N. V. Modeliuvannya finansovoho ryzyku v telekomunikatsiinii sferi [Modeling financial risk in the telecommunications sector] / N. V. Kuznietsova, P. I. Bidiuk // Naukovi visti Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut" [Scientific news of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"]. – 2017. – Vol. 5. – P. 51–58. – Access mode : http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2017_5_8.
12. Serhiienko O. A. Modeliuvannya vyzyhanosti ta rozpovsiudzhennia kryzovykh sytuatsii na bankivskomu rynku Ukrainy [Modeling the survival and spread of crisis situations in the banking market of Ukraine] / O. A. Serhiienko, L. D. Filatova, Ya. Yu. Soldatova // Economic problems. – 2015. – Vol. 1. – P. 372–381. – Access mode : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2015_1_49.
13. Udoskonalennia systemy zapobihannia ta protydii finansovym kibershakhraystvam: teoretyko-metodolohichni ta praktychni aspekty / za zah. red. d-ra ekon. nauk, prof. A. O. Boyka ta d-ra ekon. nauk, dots. H. M. Yarovenko. – Sumy : Sumy State University, 2023. – 215 p.