

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-49-10>

УДК 65.01:004.8:657

**Пилипенко Андрій Анатолійович**

доктор економічних наук, професор,  
завідувач кафедри обліку і бізнес-консалтингу,  
Харківський національний економічний університет  
імені Семена Кузнеця  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6520-3146>

**Тирінова Марія Володимирівна**

аспірант,  
Харківський національний економічний університет  
імені Семена Кузнеця  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0770-4372>

**Andriy Pylynenko, Maria Tyrinova**

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**РОЗВИТОК ПРЕДИКТИВНОЇ АНАЛІТИКИ  
В ОБЛІКОВОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ УПРАВЛІННЯ  
ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА**

**THE PREDICTIVE ANALYTICS DEVELOPMENT  
WITHIN ACCOUNTING SUPPORT OF ENTERPRISE  
ECONOMIC SECURITY MANAGEMENT**

**Анотація.** Успішне ведення сучасного бізнесу можливо лише за умови формування належної системи забезпечення його безпеки, заснованої на поєднанні досвіду господарювання, консолідації значних обсягів даних бухгалтерського обліку з відомостями інших джерел з подальшим прогнозуванням сценаріїв розвитку на цьому підґрунті. Метою статті постав розвиток теоретико-методичних засад організації інформаційно-аналітичного забезпечення управління економічною безпекою підприємства та розширення функціональності облікового процесу. В рамках обґрунтування гіпотези дослідження розглянуто потрібні зміни в організації облікового процесу в розрізі можливих напрямів застосування предиктивної аналітики щодо підтримки заданого рівня економічної безпеки підприємства. Методологічний базис дослідження склали мова моделювання бізнес-процесів BPMN та ймовірнісні мережі Байеса, реалізовані у програмному комплексі Netica. З застосуванням BPMN здійснено регламентацію залучення розширеного аналітичного інструментарію до контурів управління економічною безпекою підприємства. За допомогою мереж довіри забезпечено обґрунтування та реалізація економічно безпечного стратегічного вибору підприємства.

**Ключові слова:** організація обліку, управління розвитком, економічна безпека підприємства, предиктивна аналітика, обліково-аналітичне забезпечення.

**Summary.** A prerequisite for running a successful business today is ensuring its economic security and designing a proper management system based on data and experience. Overcoming the retrospective nature of accounting information and aligning it with economic security objectives requires new tools, like predictive analytics, to adapt accounting practices for comprehensive threat management. The article aims to develop the theoretical and methodological foundations for organizing information and analytical support for managing an enterprise's economic security and expanding the functionality of the accounting process. The research hypothesizes that integrating predictive information on an enterprise's business processes into accounting will lead to an increase in economic security. As part of substantiating the research hypothesis, the necessary changes in the accounting process organization have been considered in the context of possible areas of application of predictive analytics to maintain an enterprise's given level of economic security. The methodological basis of the research was formed by the business process modeling language BPMN and probabilistic Bayesian networks implemented in the Netica software package. The involvement of advanced analytical tools in managing an enterprise's economic security has been described with the BPMN usage. Within the framework of the developed top-level business process model, a list of critical regulations for the transfer of accounting information to predictive analysis performers has been determined. Trust networks help ensure the substantiation and implementation of an enterprise's economically secure strategic choice. The results of the probability graph application are integrated into the enterprise's economic security strategic controlling

model. Accounting in this model is presented as the basis for the feedback loop operation. Predictive analytics is presented as an element of the Netica model setup, which is included in the management accounting policy. The Bayesian model implemented by Netica software is presented both as a predictive analysis tool and as a tool for consolidating accounting information with information from other systems.

**Keywords:** accounting design, development management, enterprise's economic security, predictive analytics, accounting and analytical support.

**Постановка проблеми.** Сучасні умови діяльності підприємств та розвитку світової економіки в цілому значно актуалізують питання підтримки рівня безпеки господарювання та об'єктивно вимагають покращення відповідних механізмів управління. Аксиомою при цьому виступає вимога наявності значного обсягу достовірної та оперативної інформації, потрібної для вироблення дієвих управлінських рішень. Така інформація консолідується на основі збираних з різних джерел відомостей та перетворюється у сценарії протидії негативному розвитку подій. Найбільшу питому вагу в зібраних даних становлять відомості отримані зі сфери бухгалтерського обліку адже саме вона відображає всі ключові господарські процеси та формується на підґрунті безперервності. Ключовою проблемою залучення бухгалтерської інформації до управління економічною безпекою підприємства є її ретроспективність та не повна відповідність саме об'єктам управління економічною безпекою. Якщо проблема такої відповідності легко вирішується інструментами та належним налаштуванням управлінського обліку, то подолання ретроспективності вимагає залучення нових інструментів, одними з яких може постати предиктивна аналітика. Складність залучення таких інструментів полягає у забезпеченні зв'язку обліку з тригерами та предикторами прояву факторів загроз, розширенні переліку форм та рівня транспарентності управлінської звітності, визначенні місця облікових номенклатур у складі корпоративної архітектури суб'єкта господарювання тощо. Все перелічене вимагає зміни організації обліку, а отже вимагає додаткових досліджень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти розуміння стану економічної безпеки підприємства, виділення ресурсів на підтримку безпеки та формування відповідних механізмів управління є доволі поширеними в роботах сучасних учених-економістів. Прикладом досліджень такої тематики є роботи С. Лутчмана [12] (дослідив особливості забезпечення стійкості господарської діяльності, приділивши особливу увагу аудиту систем управління безпекою), О. Хаджинової [10] (висвітлила комплекс факторів-загроз економічній безпеці та розглянула особливості інформаційного забезпечення протидії впливу таких факторів), С. Роніс [16] (розглянула економічну безпеку на макрорівні, зробивши акцент на інновації та стратегічний вибір) та багатьох інших авторів. З такими дослідженнями тісно перетинаються розробки з суміжних областей знань, таких

як управління ризиками та стійкість розвитку (прикладом таких робіт є праці Д. Сорнетт [17] та М. Каміллері [5]).

Описана в статті проблема знаходиться на перетині згаданих публікацій з розробками у сфері формування та консолідації обліково-аналітичної інформації в рамках комп'ютерних облікових систем, якими займались зокрема В. Річардсон [14] та Б. Ромней [15]. При цьому консолідація інформації має відбуватися не сама по собі, а з урахуванням конкретних запитів з боку користувачів такої інформації, які у випадку статті орієнтовані на розробку сценаріїв розвитку підприємства на базі інструментів предиктивної аналітики. Розробка таких сценаріїв розширює розуміння предмету бухгалтерського обліку. В роботі Л. Меісел [13] робиться акцент на потребі забезпечення спрямування обліку в напрямок збирання та фіксування прогнозних даних та пропонується методологія перспективного обліку (від англ. «predictive accounting framework» [13, с. 151–157]). На жаль, даним автором лише задекларована предиктивність без визначення потрібних змін в організації облікового процесу. Подібні акценти містяться в роботі Д. Хорофаса [6], присвяченій агрегації в бухгалтерському обліку відомостей для управління ризиками підприємства, але без уваги на зв'язок передбачення таких ризиків зі складом облікових номенклатур, що потребує подальшого доопрацювання.

**Метою статті** постав розвиток теоретико-методичних засад організації інформаційно-аналітичного забезпечення управління економічною безпекою підприємства та розширення функціональності облікового процесу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сучасні дослідження у сфері аналітики оперують широким переліком інструментів, які здатні подолати проблему ретроспективності облікової інформації через вироблення сценаріїв розвитку подій чи формування набору альтернатив для вибору особами, які приймають рішення. Орієнтація на роботи А. Фортіно [7], Н. Алі [2] та Д. Келлера [9] дозволила визначити у табл. 1 орієнтири зміни параметрів організації обліку для його інтеграції з предиктивною аналітикою.

З огляду на мету статті та наведену у табл. 1 інформацію щодо методів предиктивної аналітики, перед організацією бухгалтерського обліку постає два ключових завдання. По-перше, це адаптація переліку облікових номенклатур та процедур консолідації інформації до запитів з боку

**Таблиця 1 – Напрями залучення аналітичного інструментарію в розвиток облікового забезпечення управління економічною безпекою підприємства**

Інструмент предиктивної аналітики	Характеристика інструменту та його зв'язок з обліком	Напрями застосування інструменту для підтримки безпеки	Потрібна облікова підтримка та зміни в організації обліку
Регресійний аналіз	Статистичний метод визначення зв'язку залежної та декількох незалежних змінних, значення яких базуються на консолідації облікової та іншої інформації	Може передбачити фінансові результати (наприклад, продажі, витрати), щоб визначити потенційні фінансові ризики або можливості	Зміни в організації обліку спрямовані на приведення облікових номенклатур у відпо-відність з структурою ресурсів підтримки економічної безпеки
Дерева рішень	Облік видає відомості щодо параметрів обраних точок даних, з розподілом їх в розрізі можливих у майбутньому тенденцій	Прогноз структури бюджетів, у тому числі на підтримку рівня безпеки, розподілу грошових потоків	Налаштування робочого плану рахунків та структури витрат відповідно до гілок дерев рішень
Кластерний аналіз	Групування наборів об'єктів, параметри яких описуються відомостями з обліку за подібністю щодо інших груп	Формування шаблонів незвичної поведінки стейкхолдерів, які можуть вказувати на інциденти з безпеки	Розширяти склад не фінансових даних, які дозволять розширити ознаки для виділення кластерів та паттернів
Нейронні мережі та машинне навчання	Розпізнавання зв'язків в наборах облікових даних та управлінських звітах, прогнозування інцидентів втрати безпеки через формалізацію досвіду	Забезпечення безпеки через визначення ряду закономірностей змін об'єктів управління та поведінки пов'язаних з об'єктами акторів	Зміна облікових номенклатур в розрізі структури наборів даних та фіксування транзакцій потрібних для навчання моделей
Методи Монте- Карло	Моделювання розподілу ймовірностей дозволяє прогнозувати вплив ризику на розвиток подій	Прогнозування змін об'єктів управління безпекою та розробка сценаріїв реакції	Управлінський облік має формувати метрики, потрібні для задач розподілу ймовірності

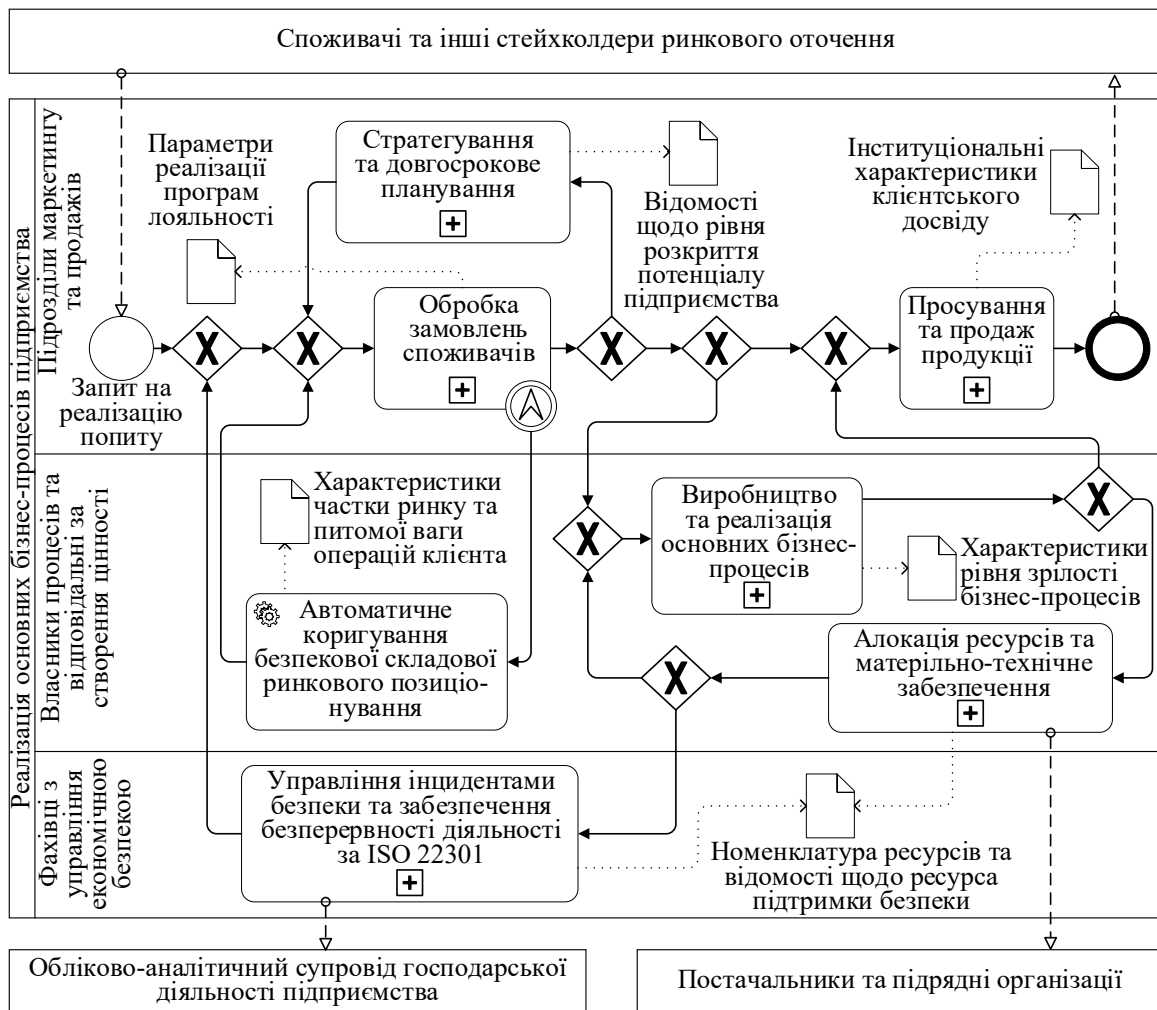
Джерело: опис методів на базі [2; 7; 9] з додаванням вимог до організації обліку

менеджменту безпеки через приведення їх у відповідність з переліком об'єктів підтримки безперервності бізнесу. Тут авторами використовується гіпотеза щодо реалізації зв'язаності обліку та менеджменту безпеки підприємства через застосування стандартів підтримки безперервності, які повною мірою відповідають принципу безперервності облікового процесу (мова ведеться про ISO 22313 «Менеджмент безперервності діяльності» та ISO 22301 «системи безперервності бізнесу», які оперують поняттям інциденту втрати безперервності). По-друге, це регламентація процедур взаємодії діяльності у сфері бухгалтерського обліку з виробленням рішень у сфері безпеки, що базується на забезпеченні можливості відображення в облікових номенклатурах відомостей щодо прояву інцидентів безперервності та їх впливу на економічну безпеку господарської діяльності.

Здійснення подібної регламентації певною мірою відповідає описаному в літературі ETL-процесу (від англ. «Extract, Transform, Load» [3]) «вилучення, перетворення, завантаження» даних, хоча й не розкриває технологію формування потрібних системі управління економічною безпекою підприємства реєстрів та номенклатур обліку. Подібне зауваження відноситься й до існуючих аналітичних систем, як наприклад описаної

Ф. Акіто [1] аналітичної платформи «KNIME». В роботі [1] доволі докладно описано робочий процес («workflows») отримання аналітичного висновку але також не відображено потрібні зміни в реєстрах обліку. Для відображення подібних змін речним бачиться застосування мови та методології моделювання бізнес-процесів BPMN [8], як це представлено на рис. 1. Застосування графічного моделювання для управління безпекою є широко застосовуваною практикою (прикладом тут є розробки Б. Корді з співавторами [11]). У випадку ж поданого на рис. 1 підходу, моделювання використано для формування переліку інцидентів втрати безпеки, в розрізі яких утворюються елементи системи управлінського звітування.

Представлена на рис. 1 схема максимально наближена до типової моделі бізнес-процесу, яка потребує адаптації до умов діяльності конкретного суб'єкта господарювання. Також вона може розглядатися як модель верхнього рівня, яка містить сукупність моделей реалізації базових функцій підприємства (сама в рамках такої реалізації і відбуваються інциденти втрати безпеки, якими й треба управляти на основі певних передбачень). Особливість поданої на рис. 1 розробки полягає у виділенні складу номенклатур обліку, що фор-



**Рисунок 1 – Регламентация залучення розширеного аналітичного інструментарію до контурів управління економічною безпекою підприємства**

*Джерело: авторська розробка*

муються в рамках моделей субпроцесів та виступають складовими проектами організації обліку. Подана на рис. 1 модель не розкриває особливості застосування методів предиктивної аналітики, що не є метою статті, а розкриває технологію вибору форми інтеграції їх з обліком через відповідну зміну його організації. Така зміна організації має два ключові моменти. По-перше, розширюється управлінське звітування, яке будується в розрізі представлених на рис. 1 номенклатур. По-друге, пропонується залучення методів предиктивної аналітики не лише до вироблення реакцій на прояв інцидентів втрати безпеки, а й безпосередньо до процедур консолідації облікової інформації.

Одним з можливих варіантів покращення процедур такої консолідації є використання байесових графових імовірнісних мереж, вхідні значення до яких отримуються з поданих на рис. 1 номенклатур (об'єктів даних мови BPMN). В рамках такої мережі на основі поєднання теорії графів та теорії ймовірностей отримується висновок щодо прояву певної події як наслідку прояву та взаємного

впливу інших подій. Відповідно, байесова мережа є доповненням до поданих у табл. 1 методів предиктивної аналітики. Поданий на рис. 2 приклад такої мережі, побудований з використанням програмного середовища Netica [4], дозволяє визначити рекомендовані дії (подаються як визначені з певною долею ймовірності вихід) щодо реагування на інцидент загроз щодо безпеки. В рамках рекомендацій ISO 22301 такими діями може постати подальше відслідковування реакції на інцидент безпеки (на рис. 2 такий варіант реакції задано як «Monitoring»), оскільки середовище Netica вимагає задавати назви станів вузлів ймовірнісної мережі виключно англійською мовою), коригування параметрів реалізації бізнес-процесів підприємства («Managing») та відмова від реалізації обраного виду активності («Abandoned»). Входи представлені на рис. 2 мережі задані як початковий експертний розподіл ймовірності, але можуть бути отримані в результаті відповідного її навчання з використанням статистичних даних з облікової системи.

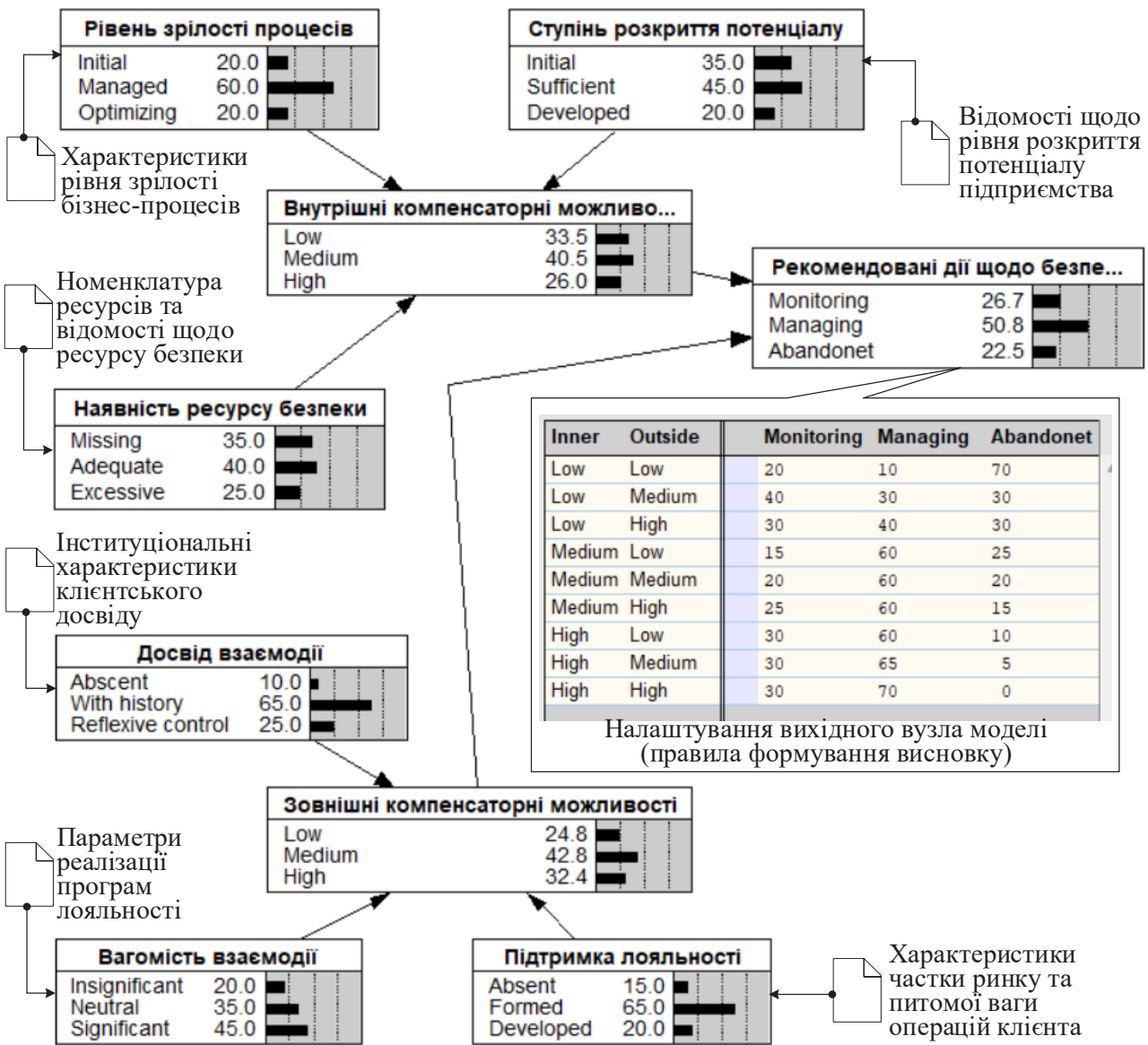


Рисунок 2 – Програмна реалізація економічно безпечного стратегічного вибору у середовищі Netica з відображенням зв'язків з поданою на рис. 1 моделлю

Джерело: авторська розробка

В представленій на рис. 2 моделі ймовірності задаються у табличній формі та перераховуються у рекомендовані вихідні значення за формулою Байеса. Приклад розподілу апостеріорних ймовірностей щодо останнього вузла мережі також відображено на рис. 2. Вихідний блок формується агрегацією двох вузлів, що розкривають рівень розвитку внутрішніх та зовнішніх компенсаторних можливостей підприємства (за своїм змістом від відповідає двовимірній матриці стратегічного аналізу «наявність потенціалу підтримки економічної безпеки – здатність реалізації зовнішніх впливів»). Отримані за допомогою поданої на рис. 2 моделі сценарії реакції потребують імплементації до представленої на рис. 1 моделі бізнес-процесів підприємства, що може бути реалізовано аналогічно до DMN-підходу (від англ. (Decision Model and Notation [8]), як це подано на рис. 3.

Логіка поданої на рис. 3 моделі базується на ініціалізації підсистеми аналітичної обробки інформації, заснованої на застосуванні того чи іншого методу предиктивної аналітики. Тобто передбачається застосування будь-якого з перелічених у табл. 1 методів відповідно до означеної на рис. 3 логіки. При цьому в контексті облікового процесу його організація зведеться до формування нових або оновлення існуючих організаційних регламентів. Наприклад, в рамках поданої на рис. 3 схеми можливі є оновлення політики управлінського обліку та положень про виділення центрів відповідальності (через додавання вимог щодо пріоритетного зв'язку поданого у табл. 1 метода з певним центром).

**Висновки.** Розглянуті в статті методичні положення щодо перегляду параметрів організації

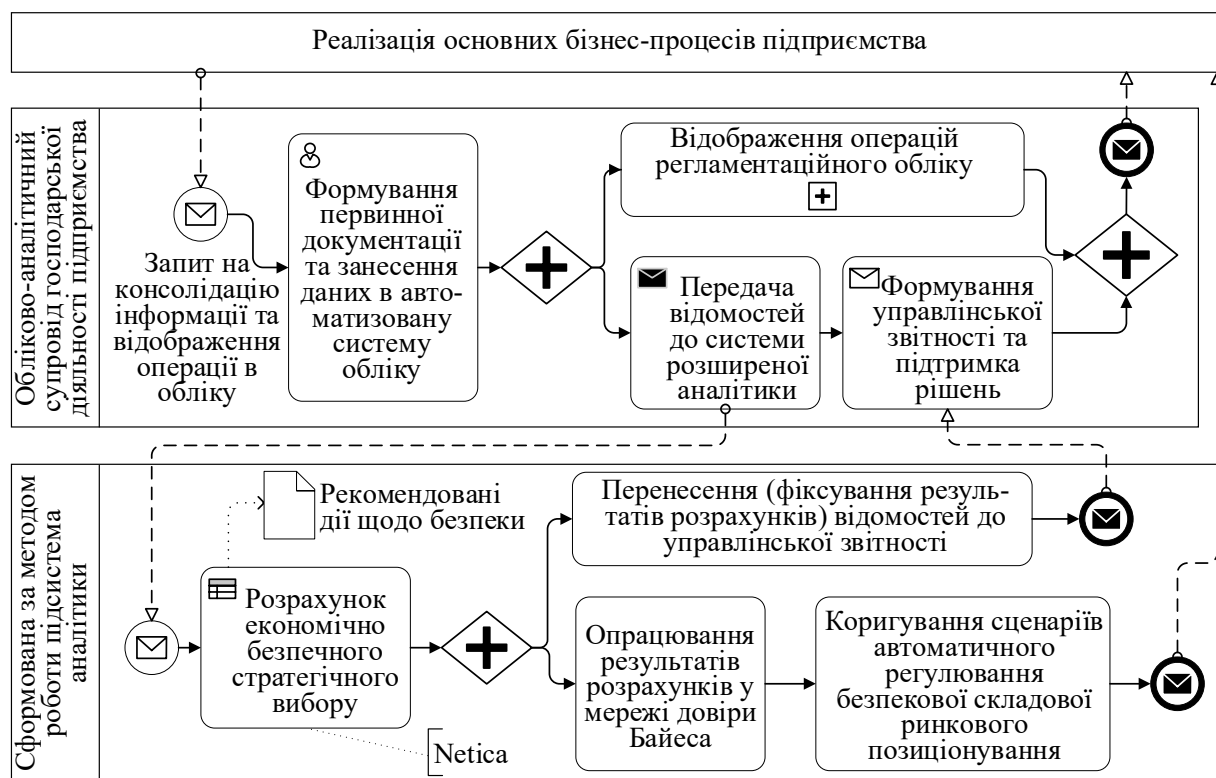


Рисунок 3 – Розкриття логіки інтеграція інструментів предиктивної аналітики до облікового забезпечення управління економічною безпекою

Джерело: авторська розробка

бухгалтерського обліку спрямовані на інтеграцію методів предиктивного аналізу з процесами консолідації облікової інформації. В рамках такої інтеграції для розробленої моделі бізнес-процесів верхнього рівня визначено перелік критичних регламентів передачі облікової інформації виконавцям прогнозного аналізу. Одним з можливих способів розширення аналітичності консолідованої облікової інформації є застосування ймовірнісних мереж довіри. Результати застосування графу таких мереж інтегровано до моделі стра-

тегічного контролінгу економічної безпеки підприємства. Облік в даній моделі представлено як основу спрацювання контурів зворотних зв'язків, а предиктивна аналітика подана як елемент налаштування моделі Netica, віднесений до складу управлінської облікової політики. Разом з тим потребує подальшого доопрацювання визначення змісту регламентів організації обліку та їх деталізація в розрізі кожного з залучених інструментів за допомогою BPMN моделювання, що й визначає перспективи подальших розробок авторів.

### Список використаних джерел:

1. Acito F. (2023) Predictive analytics with KNIME. Analytics for citizen data scientists. Switzerland: Springer, 317 p.
2. Ali N. A. (2023) Predictive Analytics for the Modern Enterprise. USA: O'Reilly Media, Inc., 97 p.
3. Aquino do Vale V. (2022) Data Processing and Modeling with Hadoop: Mastering Hadoop Ecosystem Including ETL, Data Vault, DMBok, GDPR. India: BPB Publications, 198 p.
4. Bayesian network development software, Netica. Available at: <https://www.norsys.com/index.html>.
5. Camilleri M. A. (2017) Corporate Sustainability, Social Responsibility and Environmental Management: An Introduction to Theory and Practice with Case Studies. The Netherlands: Springer, 207 p.
6. Chorafas D. N. (2008) Risk Accounting and Risk Management for Accountants. Oxford: CIMA Publishing, 307 p.
7. Fortino A. (2023) Data mining and predictive analytics for business decisions. Boston: Mercury Learning and Information, 291 p.
8. Freund J., Rücker B. (2016) Real-Life BPMN with introductions to CMMN and DMN. Analyze, improve and automate business processes in your company. USA: Comunda, 300 p.
9. Kelleher J. D., Namee B. C., D'Arcy A. (2020) Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics. Cambridge: The MIT Press, 853 p.
10. Khadzhynova O. (2023) Preparation of Theoretical and Practical Recommendations for the Transformation of the Economic Security System of Enterprises during the Digitization Process. *Economic Affairs*, vol. 68, no. 2, pp. 1329–1335.

11. Kordy B., Ekstedt M., Kim D. S. (2016) Graphical Models for Security. Stockholm: Springer, 177 p.
12. Lutchman C., Maharaj R., Ghanem W. (2012) Safety management. A comprehensive approach to developing a sustainable system. London: CRC Press, 489 p.
13. Maisel L. S., Cokins G. (2014) Predictive Business Analytics: Forward-Looking Capabilities to Improve Business Performance. New Jersey: Wiley, 274 p.
14. Richardson V. J., Chang C. J., Smith R. (2021) Accounting Information Systems. New York: McGraw-Hill Education, 577 p.
15. Romney B. M., Steinbart P. J. (2018) Accounting Information Systems. USA: Pearson, 769 p.
16. Ronis S. R. (2011) Economic Security: Neglected Dimension of National Security? Washington D.C.: Center for Strategic Conferencing, Institute for National Strategic Studies, 130 p.
17. Sornette D., Ivliev S., Woodard H. (2012) Market Risk and Financial Markets Modeling. New York: Springer, 276 p.

*Стаття надійшла до редакції 01.04.2024*