

*Ю.П. Рак, д-р техн. наук, професор, Р. Ю. Сукач
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ: ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД

У статті, на основі проведеного аналізу та синтезу складних потенційно небезпечних об'єктів при реалізації проектів їх захисту, встановлено високий рівень невизначеності як внутрішнього, так і зовнішнього середовища, що значно підвищує ризик управління проектами чи програмами такого типу. Для виконання комплексно-інтегрованого підходу, що враховує причинно-наслідкові зв'язки між ризиками, змінами, кризовими явищами, конфліктами, тощо розроблено три алгоритми комплексної оцінки потенційно небезпечних об'єктів: алгоритм синтезу – “знизу-вверх”; алгоритм аналізу – “зверху-вниз”; об'єднуючий алгоритм. Кінцевим дослідженням статті стала розробка алгоритму комплексної оцінки складних об'єктів в проектах захисту потенційно небезпечних об'єктів в умовах виникнення надзвичайних ситуацій для досягнення успіху реалізації проекту та підвищення стану безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: проект, алгоритм, синтез, аналіз, модель, складний об'єкт, потенційно небезпечний об'єкт, комплексна оцінка, фазифікація, нечітка логіка, надзвичайна ситуація.

Ю.П. Рак, Р. Ю. Сукач

АЛГОРИТМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ: ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

В статье, на основе проведенного анализа и синтеза сложных потенциально опасных объектов при реализации проектов их защиты, установлен высокий уровень неопределенности как внутренней, так и внешней среды, что значительно повышает риск управления проектами или программами такого типа. Для выполнения комплексно-интегрированного подхода, учитывающего причинно-следственные связи между рисками, изменениями, кризисными явлениями, конфликтами и т.д. разработаны три алгоритма комплексной оценки потенциально опасных объектов: алгоритм синтеза – "снизу-вверх"; алгоритм анализа – "сверху-вниз"; объединяющий алгоритм. Конечным исследованием статьи стала разработка алгоритма комплексной оценки сложных объектов в проектах защиты потенциально опасных объектов в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций для достижения успеха реализации проекта и улучшение состояния безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: проект, алгоритм, синтез, анализ, модель, сложный объект, потенциально опасный объект, комплексная оценка, фазификация, нечеткая логика, чрезвычайная ситуация.

Yu. Rak, R. Sukach

COMPLEX OBJECTS PROPERTIES IN EMERGENCIES COMPREHENSIVE EVALUATION ALGORITHMIZATION: PROJECT-ORIENTED APPROACH

Based on the conducted analysis and synthesis of complex PDO in the projects of their protection a high level of uncertainty for internal and external environment is determined, which significantly raises the projects or programs of this type risk management. To accomplish complex integrated approach that takes into account the causal relationships between risk changes, crisis phenomena, conflicts, etc. three comprehensive assessment of the potential dangerous algorithms are developed: algorithm of synthesis - "bottom-up"; algorithm of analysis – "top-down"; combining algorithm. The final step of the paper was to develop the integrating assessment of complex objects in projects of PDO potential danger protect in terms of emergency algorithm for the project success and the life safety increase.

Keywords: Project, algorithm, synthesis, analysis, model, complex object, potentially dangerous object, comprehensive evaluation, phasing, fuzzy logic, emergency.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасне суспільство характеризується складною зростаючою динамікою виникнення пожеж та надзвичайних ситуацій (НС) природнього і техногенного характеру. Головною причиною зростаючої динаміки виникнення НС є надшвидкий розвиток ІТ-технологій, що спричиняє появу нових надпотужних виробництв, де реалізується низка проектів, програм та портфелів проектів. Такого типу виробництва у більшості випадків при реалізації мультипроектів чи просто проектів, є причиною значних викидів в атмосферу шкідливих речовин. Таким чином для забезпечення оперативного управління такими виробництвами, забезпечивши при цьому оптимальні умови впровадження запобіжних інноваційних заходів, здатних мінімізувати ризик виникнення НС, необхідно на всіх етапах (кроках) реалізації технологічного процесу виробництва впроваджувати методи проектно-орієнтованого управління. Надзвичайне різноманіття існуючих виробництв, які функціонують на сьогодні, слід віднести до числа проектно-орієнтованих організаційно-технічних систем.

Крім того, для мінімізації частоти виникнення НС при реалізації проектів, програм чи портфелів проектів на сучасних виробництвах необхідно виконати комплексну оцінку властивостей таких складних об'єктів, до яких відносяться вище вказані виробництва та побудувати алгоритм їх реалізації.

За даними статистики на більшості сучасних підприємств зберігається багато різних небезпечних речовин, які є основною виробничою процесу, а тому необхідно створювати спеціальні умови для їх зберігання на потенційно небезпечних об'єктах (ПНО).

Успіх реалізації низки проектів, програм чи портфелів проектів орієнтованих на захист ПНО та підвищення стану безпеки життєдіяльності потребує впровадження методів, засобів, механізмів та моделей із методології проектно-орієнтованого управління, та побудови алгоритмів комплексної оцінки властивостей складного об'єкта при реалізації проектів захисту ПНО.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких запропоновано розв'язання цієї проблеми

Враховуючи те, що ПНО відносять до складних об'єктів захисту, при реалізації проектів їх захисту від НС необхідно враховувати високий рівень невизначеності, внутрішнього та зовнішнього середовища, а також значний вплив турбулентності та підвищений рівень ризику.

Проблемами реалізації проектів, програм та портфелів проектів при управлінні складними виробничими об'єктами, що характеризуються умовами виникнення НС, невизначеності в різний період часу висвітлювались у наукових працях таких вчених, як С.Д. Бушуєв [1], В.Д. Бурков [2], С.К. Чернов [3, 4, 5, 6, 7], В.А. Рач [8], Ю.М. Тесля [9] та інші. Проте у цих дослідженнях відсутній комплексно-інтегрований підхід, що характеризує причинно-наслідкові зв'язки між ризиками, змінами, кризовими явищами, конфліктами тощо при реалізації проектів, програм та портфелів проектів захисту ПНО у разі виникнення НС.

Метою статті є побудова алгоритму комплексної оцінки властивостей складних об'єктів при реалізації проекту захисту ПНО в умовах виникнення НС для досягнення успіху виконання проекту та підвищення стану безпеки життєдіяльності.

Основні результати. Основою побудови алгоритму комплексної оцінки властивостей ПНО є використання теорії нечітких множин та нечіткої логіки. Нечітке управління доцільно використовувати тоді, коли технологічні процеси є надто складними для аналізу при використанні загальноприйнятих кількісних методів, або коли доступні джерела інформації інтерпретуються на якісному рівні, неточно або невиразно. Саме нечітка логіка, у більшості випадків, забезпечує ефективні засоби відображення невизначеностей і неточностей реальних процесів, які можуть виникнути на ПНО в умовах виникнення НС. При побудові алгоритму, ПНО розглянемо як модель складного об'єкта, в якому виконана фазифікація вхідних та дефазифікація вихідних параметрів та використана методика комплексної оцінки складного об'єкта в умовах невизначеності [10]. Для побудови кінцевого алгоритму комплексної оцінки властивостей ПНО виділимо три основні алгоритми: алгоритм синтезу, аналізу та об'єднуючий.

Перший алгоритм, це алгоритм синтезу. Тобто модель будується “знизу-вгору”, виходячи з тих параметрів, які можуть бути оцінені з даних, що зберігаються в базі даних (БД) або експертами. Параметри групуються за змістом при допомозі операцій кон’юнкції (тісний зв’язок) і диз’юнкції (менш тісний зв’язок), таким чином, щоб вони характеризували властивості вищого рівня. Далі отримані на попередніх кроках властивості також групуються аналогічним чином. Це повторюється доти, поки не отримаємо в результаті групування шукану властивість кон’юнкції (тісний зв’язок) і диз’юнкції (менш тісний зв’язок)

Другий алгоритм – це алгоритм аналізу. Тобто модель будується шляхом виділення з більш складних властивостей простішу і так доти, поки всі властивості, отримані на останньому кроці, можна оцінити, виходячи з даних, що зберігаються в БД або експертно.

Але найчастіше застосовується третій алгоритм, який є об’єднанням перших двох. Тобто модель будується в обох напрямках, з огляду на те які є вхідні дані та які властивості виділенні на наступному кроці.

Розглянемо окремо кожен із алгоритмів, побудови моделей №1, №2, №3.

Алгоритм побудови моделі №1 –“знизу-вгору” синтез, представлений на рис. 1 та описаний у вигляді відповідних кроків:

1) **Крок I.** Визначити вхідні параметри (властивості нижнього рівня), які можна отримати з даних, що зберігаються у БД, або оцінити експертно.

2) **Крок II.** Визначити ті властивості ПНО (властивості верхнього рівня), які можна оцінити за допомогою визначених в пункті 1 параметрів.

3а) **Крок IIIa.** Вибрати з визначених в пункті 2 властивостей ту, яка буде оцінюватись.

3б) **Крок IIIб.** Вибрати з параметрів, що визначені в пункті 1, ті, які потрібні для оцінки властивості.

4) **Крок IV.** Визначити якісну шкалу.

5) **Крок V.** Для параметрів, що будуються на основі взятих із БД даних, встановити функції, за якими буде проводитися фазифікація.

6) **Крок VI.** Згрупувати властивості поточного та нижчих рівнів у групи за змістом з допомогою зв’язок кон’юнкції \wedge (тісний зв’язок – параметри в сукупності впливають на значення групи) та диз’юнкції \vee (менш тісний зв’язок – кожен параметр впливає на значення групи), таким чином, щоб вони характеризували властивості більш високого, наступного рівня.

7) **Крок VII.** Повторюємо крок VI доти, поки не отримаємо в результаті групування обрану на кроці II властивість.

8) **Крок VIII.** Об’єднати властивості об’єкта таким чином, щоб отримати кінцеву остаточну модель для оцінки властивості об’єкта.

Алгоритм побудови моделі №2, який описує аналіз “згори – вниз” представлений на рис 2 та описаний у вигляді окремих кроків.

1) **Крок Ia.** Визначити ту властивість ПНО, яка буде оцінюватися. Властивість вищого рівня.

2) **Крок IIa.** Виділити властивості наступного рівня, більш нижчого рівня, для властивостей попереднього рівня.

3) **Крок IIIa.** Для кожної властивості попереднього рівня встановити зв’язок між властивостями поточного рівня, виділеними в пункті 2, крок IIa, за допомогою зв’язку кон’юнкції \wedge (тісний зв’язок – виділені властивості поточного рівня в сукупності впливають на властивість, в якій вони виділені) та диз’юнкцію \vee (менш тісний зв’язок – кожна виділена властивість поточного рівня, впливає на властивість, в якій вона виділена).

4) **Крок IVa.** Якщо не залишилось властивостей, які не можна оцінити експертно або виходячи з даних, що зберігаються в БД, то переходимо до пункту 5. Якщо тільки деякі властивості поточного рівня можна оцінити експертно або виходячи з даних, що зберігаються в БД, тоді запам’ятовуємо їх, для інших і переходимо в пункт 2.

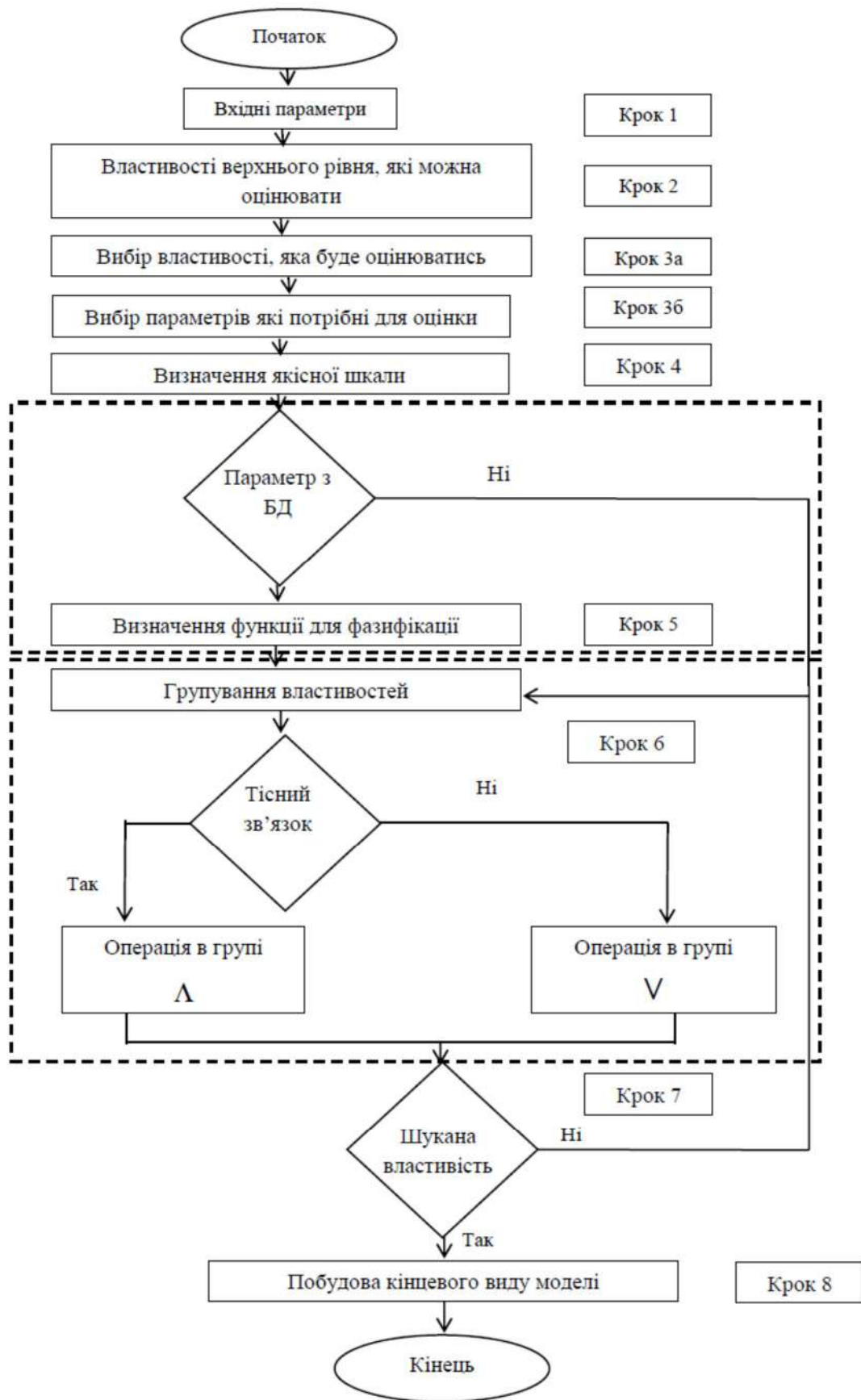


Рисунок 1 – Алгоритм синтезу “знизу-вверх” побудови моделі №1

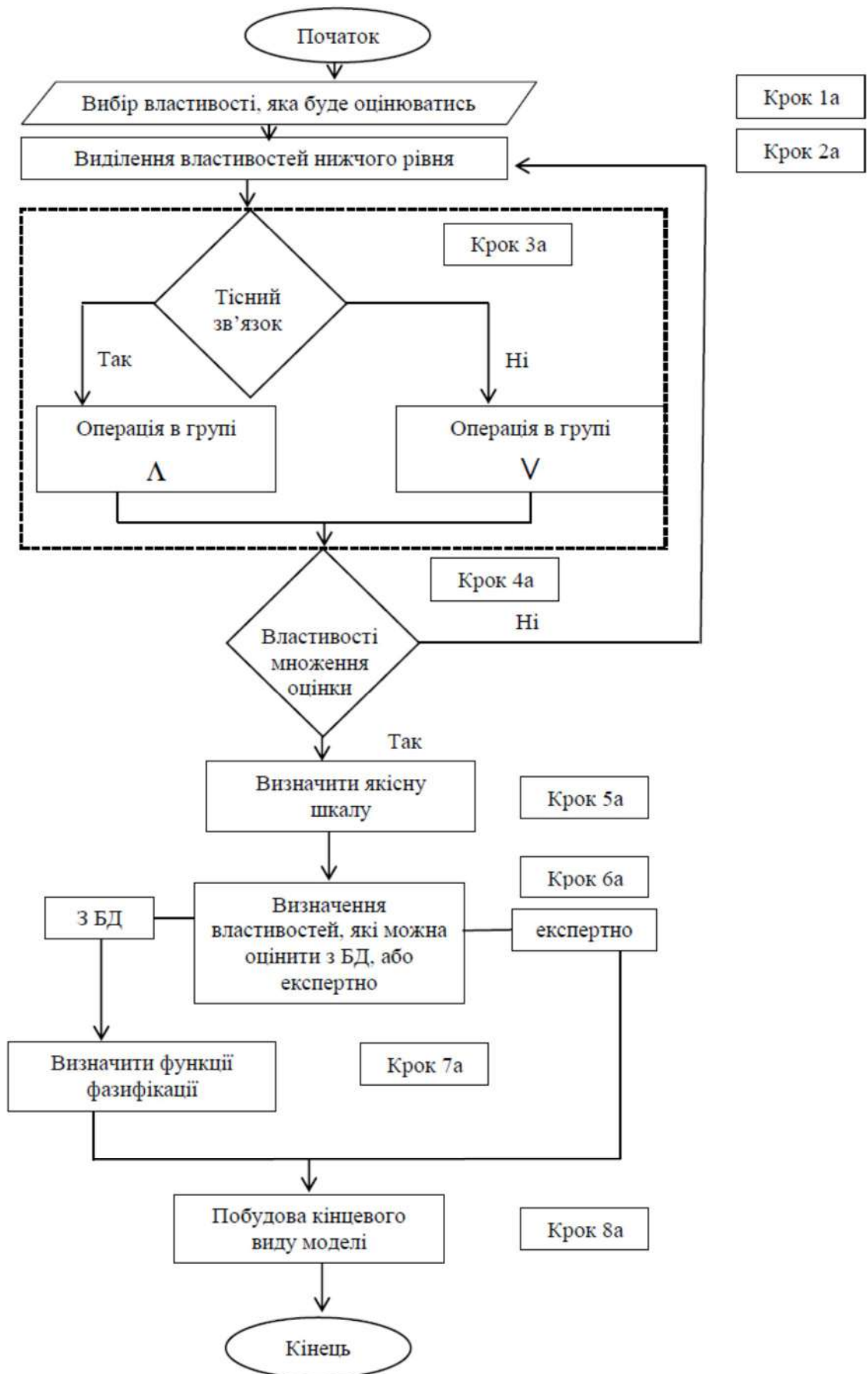


Рисунок 2 – Алгоритм аналізу “зверху-вниз” побудови моделі №2

5) **Крок Va.** Визначити якісну школу.

6) **Крок VIa.** Визначити перелік властивостей, які можна оцінити з даних БД або таких, що можна оцінити експертно.

7) **Крок VIIa.** Для властивостей, що будуються на основі даних БД встановити функції, за якими буде проводитись фазифікація.

8) **Крок VIIIa.** Об'єднати властивості об'єкта таким чином, щоб отримати кінцеву остаточну модель властивості об'єкта.

Алгоритм побудови моделі №3 представлений на рис. 3 та описаний у вигляді окремих кроків.

1) **Крок Ib.** Визначити вхідні параметри (властивості нижнього рівня), які можна отримати з даних, що зберігаються у БД або експертно.

2) **Крок IIb.** Визначити ту властивість ПНО (властивість верхнього рівня), яку можна оцінити за допомогою визначених в пункті 1 крок Ib параметрів.

3) **Крок IIIb.** Визначити з параметрів, що визначені в пункті 1 крок Ib ті, які потрібні для її оцінки.

4) **Крок IVb.** Виділення з властивостей вищого рівня властивостей наступного рівня.

5) **Крок Vb.** Для кожної властивості попереднього рівня встановити, виділеними в ній у пункті 4 крок IV, за допомогою зв'язку кон'юнкції \wedge (тісний зв'язок – виділені властивості поточного рівня в сукупності впливають на властивість, в якій вони виділені) та диз'юнкції \vee (менш тісний зв'язок – кожна виділена властивість поточного рівня, впливає на властивість, якій вона визначена).

6) **Крок VIb.** Якщо властивості, що виділені в пункті 4 крок IV збігаються з властивостями з пункту 1 крок Ib або пункту 7 крок VIIIb, тоді якщо “так”, то перехід на пункт 10 крок IXb, якщо “ні”, то перехід в пункт 7 крок VIIb.

7) **Крок VIIb.** Об'єднати властивості нижніх рівнів у властивості вищого рівня.

8) **Крок VIIIb.** Якщо властивості, що отримані в пункті 7 крок VIIb збігаються з властивостями, що отримані в пункті 4 крок IVb, тоді пункт 10 крок Xb, якщо “ні”, то пункт 9 крок IXb.

9) **Крок IXb.** Для кожної з властивостей попереднього рівня, що об'єднані в пункті 7 крок VIIb, за допомогою зв'язку кон'юнкції \wedge (тісний зв'язок – об'єднані властивості попереднього рівня в сукупності впливають на властивість, в якому вони об'єднанні) та диз'юнкції \vee (менш тісний зв'язок – кожна властивість попереднього рівня, впливає на властивість, поточного рівня)

10) **Крок Xb.** Визначити якісну шкалу.

11) **Крок XIb.** Визначити властивості, які можна оцінити з БД та ті, які можна оцінити експертно.

12) **Крок XIIb.** Визначити функції фазифікації.

13) **Крок XIIIb.** Побудова кінцевого виду моделі (див рис.3).

Алгоритм обчислення комплексної оцінки властивостей складного об'єкта при реалізації проекту захисту ПНО в умовах виникнення НС, представлений на рис 4.

1) **Крок Iv.** Вибір моделі, за якою буде проводитись оцінка обраної властивості моделі.

2) **Крок Ibv.** Якщо вхідні параметри (властивості нижнього рівня) оцінюються з даних, які зберігаються в БД, то переходимо в пункт 4 крок IIIv, якщо експертно, то в пункт 4 крок IVv.

3) **Крок IIbv.** Вибір необхідних даних з БД, та фазифікація цих даних.

4) **Крок IVbv.** Оцінка та введення значень функції належності вручну.

5) **Крок Vbv.** Передача вхідних нечітких даних на вхід моделі.

6) **Крок VIbv.** Визначення операції (диз'юнкції та кон'юнкції) на рівні.

7) **Крок VIIbv.** Визначення властивостей, які найсильніше впливають на значення функції належності всього рівня.

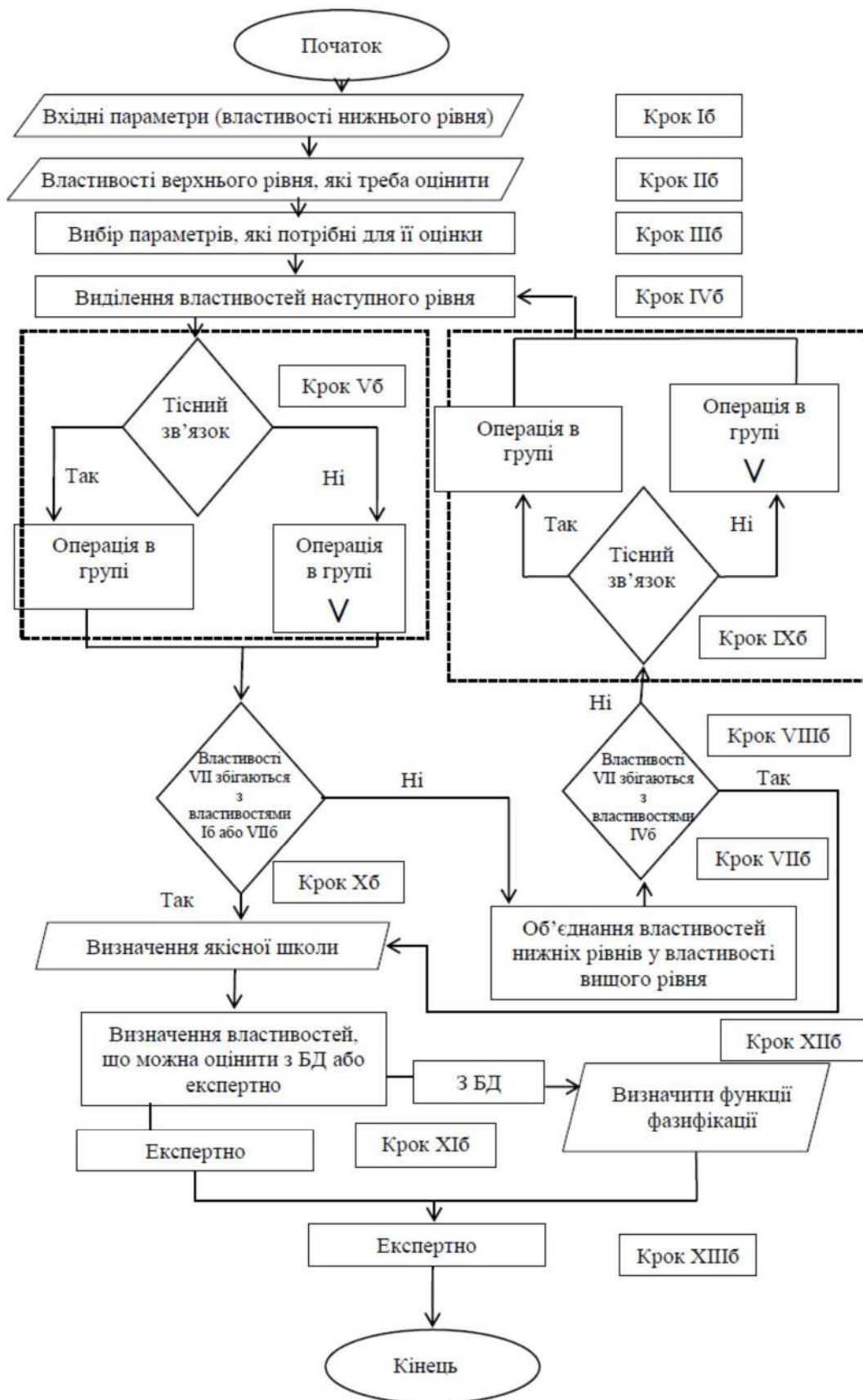


Рисунок 3 – Алгоритм побудови моделі №3

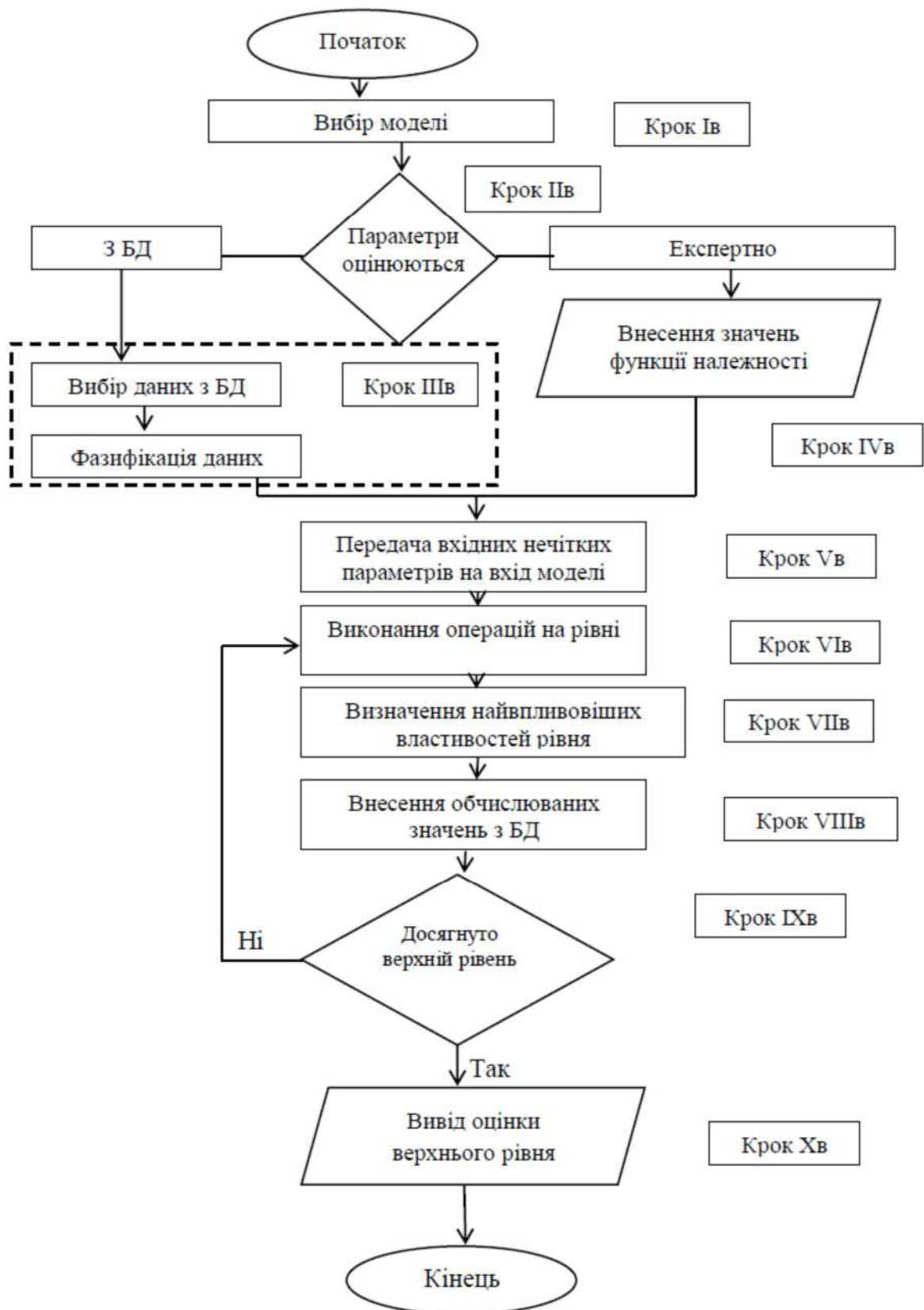


Рисунок 4 – Алгоритм обчислення комплексної оцінки властивостей складних об’єктів, на прикладі, реалізації проекту захисту ПНО в умовах виникнення НС для підвищення стану безпеки

8) **Крок VIIIв.** Внесення обчислювальних значень в БД.

9) **Крок IXв.** Якщо досягнуто верхній рівень, то переходимо в пункт 10 крок X, якщо “ні”, то у пункт 6 крок VI.

10) **Крок Xв.** Вивід комплексної оцінки верхнього, та найвпливовіших на складний об’єкт параметрів, при реалізації проектів захисту ПНО в умовах виникнення НС.

Таким чином, ми змоделювали комплексну оцінку властивостей складних об’єктів в проекті захисту ПНО, яка представлена у алгоритмі (див. рис. 4.)

Висновок. У статті, на основі проведеного аналізу та синтезу складних ПНО при реалізації проектів їх захисту, встановлено високий рівень невизначеності як внутрішнього, так і зовнішнього середовища, що значно підвищує ризик управління проектами чи програмами такого типу. Для виконання комплексно-інтегрованого підходу, що враховує причинно-наслідкові зв’язки між ризиками, змінами, кризовими явищами, конфліктами, тощо розроблено три алгоритми комплексної оцінки ПНО: алгоритм синтезу – “знизу-вгору”; алгоритм аналізу – “згори-вниз”; об’єднуючий алгоритм. Кінцевим дослідженням статті стала розробка алгоритму комплексної оцінки складних об’єктів в проектах захисту ПНО в умовах виникнення надзвичайних ситуацій для досягнення успіху реалізації проекту та підвищення стану безпеки життєдіяльності.

Список літератури

1. Бушуев С.Д. Модель гармонизации ценностей программы развития организаций в условиях турбулентности окружения [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, Р.Ф. Ярошенко // Збірник Київського нац. ун-т буд. і арх-ри.–2012. – Вип. 10. – С. 120-128.

2. Бурков В.Д. Роль генетического инварианта активных систем в управлении проектами с высокой неопределённостью [Текст] / С.Д. Бурков, С.Д. Бушуев, С.Н. Неизвейной / Управление проектами и программами – 2014 г.– №2. – С. 130-144.

3. Чернов С.К. Облік ризиків і невизначеностей в організаційних проектах [Текст] / С.К. Чернов // Збірник наукових праць Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля “Управління проектами та розвиток виробництва”.– 2006. – Вип. №1 (17) – С. 41-44.

4. Чернов С.К. Определение эффективности проектов с использованием системы оценки неопределенности и рисков [Текст] / С.К. Чернов // Вісник Одеського нац. морс-го ун-т : Збірник наук. праць. Одеса. – 2006. – Вип. 19. – С. 217 – 224

5. Чернов С.К. Риски и неопределённости в организационных проектах реструкцизации [Текст] / С. К. Чернов. // Радіоелектронні і комп’ютерні системи. 2006. - №1 – С. 31-35.

6. Чернов С.К. Энергетический эффект от проектного менеджмента в научном производстве [Текст]/ С.К. Чернов // Збірник наукових праць Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля. “Управління проектами та розвиток виробництва” – 2005. – №3 – С. 57-62.

7. Чернов С.К. Система рисков в организационных проектах [Текст] / С.К. Чернов// Зб. наук. праць нац. ун-т корблебуд., Миколаїв. –2006.–Вип. №2 – С. 163- 168.

8. Рач В.А. “Небезпека/ризик/криза” як триєдина сутність процесів розвитку в сучасній економіці [Текст] /В.А. Рач// Управління проектами та розвиток виробництва. – Луганськ: вид-во Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля– 2013. – Вип. №1(45). – С. 155-160.

9. Тесля Ю.М. Концепція побудови та функції системи у протиризикового управління проектами у програмах інформації [Текст] / Ю.М. Тесля Л.Б. Кубявка // Управління розвитком складних систем. – К.: Київ нац. ун-т буд. і архіт. – 2014. – Вип. №19. – С. 93-97.

10. Глоба Л.С. Комплексная оценка сложного объекта в условиях неопределенности. [Текст] / П.С Глоба., М.М. Терновой // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. Одесский политехнический университет. – 2008. – Вып 18 (22). – С. 65-68.

References

1. Bushuyev S.D., & Bushueva N.S., & Yaroshenko R.F. (2012) Model harmonization of program values of the organization in the conditions of environmentturbulence. *Collection of Kyiv National University of Construction and Architecture Kiev*, 10, P. 120-128. (in Russ.)
2. Biryukov S.D., & Bushuyev S.D., & Neizveynoy S.N. (2014) The role of genetic invariant systems active in the *management of projects with high uncertainty*, 2. – p. 130-144 (in Russ.)
3. Chernov S.K., (2006) Accounting risks and uncertainties in organizational projects *Proceedings of Eastern National University. Dal 'project management and production development "* Odessa: National Maritime University, 1 (17) –P. 41-44. (in Ukr.)
4. Chernov S.K., (2006) Determination of the effectiveness of projects with uncertainty and risk assessment *Bulletin of the Odessa National Maritime University Press: Collection of Science works* Odessa: National Maritime University, 19. – P. 217 – 224 (in Ukr.)
5. Chernov S.K., (2006) Risks and uncertainties in the organizational restructuring projects *Radio electronic and computer systems*. Odessa: National Maritime University, 1 – P. 31-35. (in Russ.)
6. Chernov S.K., (2005) The energy impact of project management in scientific production *Proceedings of East Ukrainian National University V. Dahl "project management and production development"* Odessa, 3 – P. 57-62. (in Ukr.)
7. Chernov S.K., (2006) Risk System organizational projects *Coll Science works nat University of ship construction Mykolayiv*, 2 – P. 163- 168. (in Russ.)
8. Rach V.A., (2013) "The danger / risk / crisis" as the essence of native development processes in the modern economy. *Project management and development of production* Lugansk: East nat. University named V. Dahl, 1(45). – P. 155-160 (in Ukr.)
9. Tesla Y.M., & Kubyshka L.B., (2014) The concept of the construction and function of the system against risk in project management programs information *Managing the development of complex systems* Kiev: National University of Construction and Architecture, 19. – P. 93-97. (in Ukr.)
10. Globa L.S., & Ternovoy M.M., Comprehensive assessment of a complex object in the face of uncertainty *Polytechnic University Proceedings of the Odessa Polytechnic University* Odessa, 18 (22). – P. 65-68. (in Russ.)

