ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Бєгуна Василя Васильовича
«Методологічні основи інформаційної технології управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертації

Моделі, методи, алгоритми контролю та управління техногенною безпекою потенційно небезпечних об'єктів відзначаються складністю об'єкта моделювання, а існуючі інформаційні технології безпеки орієнтовані на застосування на великих підприємствах атомної та хімічної промисловості і їх складно або надзвичайно дорого адаптувати до практичної діяльності щодо оцінювання ризику широкого класу об'єктів. Інформаційні технології, які є придатними для аналізу широкого класу потенційно небезпечних об'єктів, передбачають оцінку техногенних ризиків тільки на якісному рівні без можливості розрахунку абсолютної величини ризику. Автор обгрунтовано стверджує, що на сьогодні існує суспільна потреба у розробці методологічних основ інформаційної технології управління техногенною безпекою, придатною для широкого класу об'єктів з можливістю розрахунку абсолютної величини ризику та невизначеності результату, яка буде максимально враховувати складність об'єкта, вплив людського фактору, зовнішні впливи на об'єкт тощо.

Проведений аналіз стану дослідження відповідної проблеми із зазначенням особливостей, переваг та недоліків відомих підходів і технологій засвідчив необхідність створення нових моделей, методів, алгоритмів контролю та управління техногенною безпекою й аналізу можливості застосування існуючих із метою одночасного врахування багатьох факторів. Встановлено, що існує додаткова проблема впливу кваліфікації експерта на коректність результатів оцінювання ризику. Запропоновано здійснювати формалізацію процесів на основі інформаційної технолог, що передбачає розробку струк-

ІПММС АН України
Вх. № 2
«16» 03 2020 р.

тури нової сучасної технології безпеки з визначенням інформаційних процесів та функцій, розробкою відповідних математичних моделей, методів адаптації загальних математичних моделей до конкретних об'єктів, методів управління безпекою, критеріїв прийняття рішень та методів оцінки ефективності тощо.

Представлена дисертація виконувалась у відповідності з тематичними планами Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, установ Міністерства надзвичайних ситуацій, інших наукових закладів України. Основу роботи складають результати досліджень, виконаних автором самостійно та при його безпосередній участі, у рамках ряду науково-дослідних робіт, зокрема, таких:

1. Управління безпекою на основі моделювання ризиків та ринкових принципів декларування і страхування (номер державної реєстрації 0118U002304), ІПММС НАНУ.

2. Розробка теоретичних основ і прикладних методів створення гарантоздатних комп'ютерних засобів і систем високого рівня надійності та безпеки для критичних технологій і інфраструктури (номер державної реєстрації 0115U000035), ІПММС НАНУ.

3. Дослідження і розробки із проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави (номер державної реєстрації 0118U000070т), ІПММС НАНУ.

4. Розробка методики визначення розрахункових значень пожежних ризиків для об'єктів громадського призначення (номер державної реєстрації 0113U004330), УкрНДІЦЗ ДСНС України.

5. Розроблення концепції управління ризиками виникнення техногенних та природних надзвичайних ситуацій. Договір від 25.10.2005. ВНДІ ЦЗ МНС України.

6. Розробка теоретичних засад створення та дослідження живучих гарантоздатних систем керування на основі ймовірнісно-фізичного підходу (номер державної реєстрації 0113U001005), ІПММС НАНУ.

7. Інформаційне, програмне та математичне забезпечення видобутку метану закритих шахт: компоненти, моделі, методи (номер державної реєстрації 0113U001719), ІПММС НАНУ.

8. Аналіз діяльності єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) та розробка рекомендацій щодо її функціонування у сучасних умовах (номер державної реєстрації 0115U000798), ДСНС України.

9. Концептуальні, нормативно-правові та психолого-педагогічні аспекти діяльності Мережі навчально-методичних установ цивільного захисту (номер державної реєстрації 0113U004500), ІДУЦЗ ДСНС України.

10. Дослідження ризиків виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки та визначення шляхів щодо зниження їх рівня (номер державної реєстрації 0106U007780), Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду.

11. Розробка типової навчальної програми нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів, для всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «молодший спеціаліст», «бакалавр» (за спільним наказом Міністерства освіти і науки, Міністерства надзвичайних ситуацій України, Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 24 жовтня 2010 року № 969/922/216 «Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у вищих навчальних закладах України»).

12. Розробка вимог до компетентності фахівців і глосарію з питань культури безпеки на ядерних об'єктах. Договір НТУУ «КПІ» №2-032-2011 на замовлення ДП НАЕК «Енергоатом».

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Результати, сформульовані в межах дисертаційного дослідження, є достовірними, що обґрунтовується шляхом аналізу результатів проведених обчислювальних експериментів. Новизна основних наукових результатів

підтверджується оглядом літератури за темою дисертації та вибором об'єктів дослідження. Висновки, сформульовані в роботі, випливають зі змісту дисертаційного дослідження та відповідають поставленим завданням.

Основні наукові результати дисертації, одержані вперше:

розроблено методологічні основи інформаційної технології безпеки, яка використовує ймовірнісне структурно-логічне моделювання небезпечних об'єктів і на відміну від існуючих має механізми типізації об'єктів та моделей, враховує фактори техногенного та природного походження, враховує вплив людського чинника, чисельно оцінює значення величини ризику, яке стає управляючим параметром, що дозволяє розробити рекомендації щодо підвищення рівня техногенної безпеки на основі математично формалізованих процедур;

розроблені принципи типізації ймовірнісних структурно-логічних моделей, що застосовують типові елементи, але на відміну від існуючих базуються на наперед створених шаблонах елементів логіко-ймовірнісних схем, будуються за принципами надлишковості параметрів та максимальної комплектації, характерної для даної галузі, що дозволяє реалізувати спрощену процедуру створення/адаптації моделі кількісного аналізу для об'єктів галузі та надає можливості масового застосування ризик-орієнтованого підходу;

на основі аналізу процесів управління техногенною безпекою показано, що використання парадигми ризик-орієнтованого підходу та парадигми культури безпеки, на відміну від парадигми 100% безпеки, забезпечує меншу кількість помилок, що надає можливість суттєво покращити рівень безпеки і стало обґрунтуванням вибору методології моделювання процесів управління безпекою на основі оцінки ризиків;

створено принципи побудови універсальної методики оцінки рівня культури безпеки на потенційно небезпечному об'єкті, яка на відміну від існуючих заснована не на періодичному анкетуванні персоналу, а враховує реальні параметри експлуатації та використовує результати попередньо прове-

деного ймовірнісного аналізу безпеки об'єкта, придатна для аналізу рівня культури безпеки на будь-якому потенційно небезпечному об'єкті, придатна для проведення on-line моніторингу рівня культури безпеки,

дістали подальшого розвитку:

метод визначення ознак спостереження за елементами систем потенційно небезпечних об'єктів за рахунок використання отриманих у результаті моделювання оцінок параметрів, що дозволило ранжувати параметри та виділити елементи систем, які вносять найбільший вклад у ризик та потребують відповідного спостереження у часі й просторі;

метод моделювання інформаційних потоків за рахунок застосування числового значення ризику як управляючого параметра у схемі трирівневого перетворення інформації моніторингу техногенної безпеки на об'єктовому, регіональному та державному рівнях, що надає можливість більш гнучкого управління у порівнянні з якісними трирівневими оцінками ризику;

концепція організації освіти з безпеки життєдіяльності та техногенної безпеки як елемента інформаційної технології безпеки за рахунок розробки концепцій, навчальних програм, вимог до компетентності фахівців, що дозволяє на основі аналізу досвіду експлуатації потенційно небезпечних об'єктів своєчасно відповідно коригувати навчальні програми й надає можливості постійного удосконалення методів управління безпекою,

удосконалено:

стратегії управління техногенною безпекою за рахунок виділення 5-ти типів стратегій контролю, розробки методу оцінки ефективності управління у рамках класифікованих стратегій на базі розрахунків імовірності прийняття неправильних управлінських рішень, що дозволило отримати кількісну міру ефективності класифікованих стратегій;

методи ймовірнісного аналізу безпеки за рахунок розробки моделі взаємного впливу аварій на потенційно небезпечних об'єктах та впливу небезпечних природних явищ шляхом їх урахування як вихідних подій імовірнісного аналізу безпеки для даного об'єкта та використання консервативної фо-

рмули оцінки ризику на регіональному та державному рівнях, що дозволяє використовувати кількісні методи оцінки ризику й надає можливість отримання числових значень ризику відповідно на об'єктовому, регіональному та державному рівнях;

метод створення моделей визначення поточного ризику потенційно небезпечних об'єктів за рахунок використання типових імовірнісних структурно-логічних моделей об'єктів і контролю діагностичних параметрів об'єктів з урахуванням старіння обладнання та змін у підготовці персоналу, що дає можливість підвищити адекватність моделі й забезпечити своєчасність прийняття обґрунтованих заходів запобігання небезпек.

Практичне значення та використання результатів

Розроблені у дисертаційному дослідженні методологічні основи інформаційної технології управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу доведені до практичної реалізації у вигляді рекомендацій щодо створення програмних продуктів та їх використання для проведення оцінок ризику конкретних об'єктів.

Запропонований у дисертаційному дослідженні методологічний та формальний апарат використано ТОВ «Ризикон» для розробки програмного забезпечення, призначеного для оцінки ризиків від ПНО, і використовується там також для навчання персоналу. Методологічні основи інформаційної технології управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу впроваджено у діяльність ДІІ НАЕК «Енергоатом»; Інституту державного управління у сфері цивільного захисту ДСНС; Державної установи «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці» Державної служби України з питань праці; кафедри моделювання складних систем факультету комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка; кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики теплоенергетичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського»; кафедри АЕС Навчально-наукового інституту енергетики і комп'ютерно-інтегрованих систем управління Одеського національного політехнічного університету; при підготовці Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. №37-р «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 березня 2015 р. № 419-р «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2015–2020 роки».

Структура дисертації та повнота викладення результатів у опублікованих працях

Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 261 найменування та 6 додатків. Містить 14 таблиць, 63 рисунки в основному тексті та 93 таблиць, 55 рисунків у додатках. Загальний обсяг дисертації 553 сторінки, у тому числі 303 сторінки основного тексту.

У першому розділі проведено аналіз розвитку технологій управління безпекою, який засвідчив існуючу потребу у створенні зручного інструментарію з контролю та управління техногенною безпекою широкого класу об'єктів на основі сучасних інформаційних технологій. Відображено тенденцію до уніфікації технологій оцінки безпеки шляхом створення типових моделей, що обумовлена потребою у створенні зручного інструментарію з контролю та управління техногенною безпекою та відсутністю відповідних технологій з можливістю кількісних оцінок ризику. Показано, що вибір парадигми та стратегії безпеки є основою побудови технології управління безпекою.

У другому розділі побудовано моделі парадигм безпеки та визначені інформаційні ознаки стадій розвитку безпеки, які дозволяють оцінити потрібний подальший розвиток інформаційної інфраструктури при необхідності переходу на іншу парадигму та стадію розвитку безпеки. Класифіковано 5

можливих стратегій контролю безпеки. Оцінку ефективності описаних стратегій управління безпекою запропоновано визначати як величину, обернено пропорційну величині ймовірності прийняття неправильних рішень. Оцінені величини ймовірності помилки управління безпекою у рамках п'яти класифікованих стратегій. Показано, що стратегії управління безпекою S4 та S5 дозволяють досягти найменших величин помилок управління безпекою та є відповідно найбільш ефективними.

У третьому розділі доведено можливість управління ризиком об'єкта, запропоновано практичні алгоритми. Визначено набір показників безпеки з метою моніторингу рівня безпеки. Показано, що існуючі методи оцінки рівня безпеки містять помилки, які можуть суттєво впливати на величину результату оцінювання. Запропоновано універсальний алгоритм розрахунку рівня культури безпеки на основі спостереження індикаторів безпеки під час експлуатації. Набув подальшого розвитку метод визначення ознак спостереження за елементами систем потенційно небезпечних об'єктів за рахунок використання отриманих у результаті моделювання оцінок параметрів, що дозволило ранжувати параметри та виділити елементи систем.

У четвертому розділі сформульовано принципи управління станом безпеки об'єкта шляхом адаптації цього стану до вимог безпеки у результаті застосування розробленого алгоритму оцінки ризику з процедурою адаптації. Розроблені принципи типізації ймовірнісних структурно-логічних моделей, які застосовують типові елементи, але на відміну від існуючих базуються на наперед створених шаблонах елементів логіко-ймовірнісних схем, будуються за принципами надлишковості параметрів та максимальної комплектації. Для складної системи доведена практична можливість визначення поточного рівня ризику об'єкта з малими витратами часу й ресурсів. Визначено інформаційні потоки, функції та необхідні математичні моделі інформаційної технології безпеки.

П'ятий розділ присвячено оцінюванню ризику небезпечних подій, що відбуваються на об'єктах під час експлуатації, на основі існуючої моделі

об'єкта за запропонованим алгоритмом оцінки попередників аварій шляхом моніторингу неперевищення контрольних рівнів контрольованих показників безпеки. Запропонований механізм повинен працювати не тільки відносно стаціонарних об'єктів, але також і відносно засобів транспортування небезпечних вантажів і речовин. На основі аналізу інформаційних процесів отримано перелік, призначення та зміст нових методик, які потребують розробки й впровадження (деталізації) у галузях виробництва для методології цифрового управління.

У шостому розділі автор показує, що освіта з безпеки є фундаментальною основою інформаційної технології безпеки. Зміст дисциплін із безпеки має бути стандартизований та відповідати позитивній світовий практиці. Освіта з безпеки має бути постійним безперервним процесом. Показано, що впровадження парадигми комплексної безпеки дозволяє зменшити ризики аварій у т.ч. і через вдосконалення навчальних програм на основі поглиблених досліджень безпеки, не чекаючи стимулу у вигляді масштабної аварії чи надзвичайної ситуації. Розроблена нова концепція освіти з безпеки.

Основні результати роботи доповідались і обговорювались на 85 наукових конференціях, круглих столах та семінарах. Результати дисертаційної роботи викладені у 72 публікаціях, у тому числі 1 підручнику, 2 навчальних посібниках, рекомендованих МОН України; 26 статтях у наукових фахових виданнях України, 3 статтях у закордонних профільних виданнях.

Дисертацію написано українською мовою і оформлено згідно Вимог до оформлення дисертації (наказ Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40). Список використаних джерел дисертації оформлено відповідно до рекомендованого переліку стилів оформлення списку наукових публікацій.

Автореферат дисертації повністю відображає зміст дисертації.

Зауваження до дисертації:

1. Автор вказує, що об'єктом дослідження є «інформаційні технології управління техногенною безпекою», хоча за відомими рекомендаціями це має бути процес або явище.

2. Матеріал розміщений у розділах нерівномірно, зокрема, є розділи по 20-30 сторінок, а є по 55-62, можливо саме тому огляд та аналіз минулих досліджень у значному обсязі зустрічається у перших трьох розділах.

3. У моделях (3.13), (3.14) змінні мають як кількісний, так і якісний характер. Було б доцільним пояснити їх сумісне використання у пропонованих лінійних моделях.

4. Інтегральний показник рівня культури безпеки SCL на ПНО автор пропонує розраховувати як лінійну згортку індикаторів культури безпеки (3.17), водночас не вказуючи нормованість вагових коефіцієнтів та особливості формування згортки.

5. У переважній більшості випадків автор невірно вживає термін «оцінка» замість «оцінювання», хоча і має на увазі процес, а не результат. На стор. 166 через P позначено процес, а нижче таким же символом позначено розподіл ймовірностей. Викликають сумніви вжиті автором словосполучення «ймовірність проходження аварії (с. 101)» та «існуюча невизначеність випадкового процесу (с. 106)». В одному випадку $R^{\vee}$ позначено множину, в іншому $R^{\vee}(S_{ij})$ – елемент, де величина S_{ij} раніше не визначена.

6. На стор. 104 стверджується, що елементи моделі розраховуються за допомогою теорії ймовірностей. Не зовсім зрозуміло, якою є ця модель і яким чином теорія ймовірностей може допомогти. Аналогічні твердження зустрічаються у тексті роботи не один раз.

7. Параграф 3.2 містить декларативну інформацію, а висновок зроблено про принципову можливість управління частково спостережним випадковим процесом. Підстави для такого висновку є незрозумілими.

8. Відмова від використання апарату марківських процесів для моделювання процесів функціонування потенційно небезпечних об'єктів є непереконливою.

9. На рис. 2.7 зображено блок-схему інформаційних потоків, в якій невиявлений ризик перевіряється на значущість, що є незрозумілим та недоцільним.

Висновок по дисертаційній роботі. Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації та не зменшують наукової значущості отриманих результатів.

Дисертація Бєгуна В.В. «Методологічні основи інформаційної технології управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу» є завершеною науковою працею, що виконана на достатньо високому рівні. Одержані у дисертації нові результати підтверджено проведеними обчислювальними експериментами і в сукупності є суттєвими для подальшого розвитку технологій управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу та інформаційних технологій.

Дисертація Бєгуна Василя Васильовича «Методологічні основи інформаційної технології управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу» відповідає вимогам пп. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 року (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015 року, № 1159 від 30.12.2015 року та № 567 від 27.07.2016 року), що стосуються до докторських дисертацій, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

декан факультету інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
доктор технічних наук, професор В.Є. Снитюк

Підпис завіряю
Вчений секретар
Карадульна
16.03.2020