

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерних систем та мереж
Криворізького національного університету
Купіна Андрія Івановича
на дисертаційну роботу Голінько Олександра Васильовича на тему
«Методи та алгоритми комп'ютерного моніторингу систем контролю
вибухонебезпечності вугільних шахт», що представлена на здобуття
ступеня доктора філософії з галузі знань 12 - інформаційні технології за
спеціальністю 122 - комп'ютерні науки

Представлений відгук сформовано після детального вивчення дисертаційної роботи, наукових публікацій здобувача та документації, яка підтверджує практичне впровадження результатів досліджень.

1.Актуальність обраної теми досліджень.

Аварійність на вугільних шахтах України є серйозною проблемою, яка призводить до загибелі та травм шахтарів. Сумна статистика свідчить, що лише за роки незалежності нашої країни на вітчизняних вугільних шахтах було зафіксовано понад 100 великих аварій, в яких загинуло близько 4000 гірників. Найбільш поширеними причинами аварій є вибухи метано-повітряної або вуглепилової суміші, обвали гірських порід, пожежі та інші технічні несправності. На жаль, рівень травматизму у вугільній галузі України вважається одним з найвищих у світі (на 1 млн. тонн вугілля в нашій країні припадає 2,5 смерті шахтарів).

Тому актуальність проведеного дослідження зумовлена значними ризиками виникнення надзвичайних ситуацій у вугледобувній галузі, які потенційно можуть призвести до трагічних наслідків, включаючи загибель працівників та пошкодження шахтної інфраструктури. Накопичення та вибух метану в шахтах є дуже небезпечним явищем, що призводить до найбільш жахливих наслідків. Загалом в Україні близько 75% вугільних шахт належать до 1-ї категорії з підвищеною небезпекою вибуху метану і 35% – до небезпечних за вибухами вугільного пилу.

З огляду на постійну загрозу вибухів через концентрацію метану та інших займистих газів, існує нагальна потреба в розробці та імплементації передових систем моніторингу, здатних своєчасно ідентифікувати та сигналізувати про формування небезпечних умов.

Розроблені автором методи та алгоритми комп'ютерного моніторингу забезпечують підвищену точність та оперативність виявлення потенційних загроз, що суттєво знижує імовірність аварійних ситуацій. Додатково, впровадження автоматизованих комп'ютеризованих систем моніторингу дозволяє суттєво зменшити негативний вплив суб'єктивного людського фактора, підвищуючи загальний рівень безпеки. Робота має важливе значення також у контексті покращення умов праці шахтарів, мінімізації фінансових втрат підприємств та забезпечення екологічної безпеки регіонів.

2.Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і темами.

Представлена дисертаційна робота цілком відповідає основним пріоритетним напрямам науково-технічного розвитку, визначеним у Законі України «Про внесення змін до деяких законів України щодо пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності» від 1 лютого 2022 р., зокрема у сфері розвитку інформаційних та комунікаційних технологій. Отримані наукові результати були включені до державної науково-дослідної роботи ГП 501 (№ держреєстрації 0119U000249) «Виявлення закономірностей фазових перетворень газогідратів і напружено-деформованого стану гірського масиву та розробка інноваційних геотехнологій». Зокрема автор брав безпосередню участь в етапі 2020 р. «Обґрунтування рішень з підвищення надійності роботи та забезпечення стабільності характеристик засобів контролю вибухонебезпечності атмосфери» та етапі 2021 р. «Обґрунтування способів та дослідження і розробка технічних рішень для проведення автоматичного дистанційного моніторингу стану засобів контролю вибухонебезпечності атмосфери». У межах цих етапів дисертантом було проаналізовано існуючі наукові розробки та практичні рішення у сфері підвищення надійності засобів контролю вибухонебезпечних ситуацій у вугільних шахтах та запропоновано інноваційні методи й алгоритми комп'ютерного моніторингу таких систем.

3. Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна.

Наукові положення, що виносяться здобувачем на захист, повністю відображають отримані ним наукові результати, а також сформульовані висновки та рекомендації. Представлені наукові положення достатньою мірою обґрунтовані і базуються на комплексному аналізі сучасних методів моніторингу вибухонебезпечності в шахтному середовищі, а також на результатах проведених автором експериментальних досліджень і моделювання. Дисертант вдало застосував методи математичного моделювання, статистичного аналізу даних та сучасні алгоритми обробки інформації, що забезпечило високий рівень достовірності отриманих результатів.

Достовірність отриманих наукових результатів підтверджується використанням перевірених та науково обґрунтованих методик моделювання й аналізу систем контролю вибухонебезпечності, а також практичною верифікацією запропонованих методів на основі фактичних даних з діючих вугільних шахт. Впровадження сучасних технологій та алгоритмів обробки даних, а також проведений порівняльний аналіз із вже існуючими методиками додатково підтверджують адекватність та валідність сформульованих висновків.

Наукова новизна роботи полягає в розробці нових й удосконаленні відомих методів та алгоритмів процесів діагностики:

- зміщення нульових показань аналізаторів метану при здійсненні комп'ютерного моніторингу систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт шляхом зниження напруги живлення термогрупи до рівня, при якому реакція окислення метану на робочому термоелементі не відбувається, а також відновлення працездатності аналізаторів через корекцію «нуля» їх показань;

- зміни чутливості первинних перетворювачів та корекції показань аналізаторів метану при здійсненні комп'ютерного моніторингу систем вибухобезпеки вугільних шахт, що базуються на аналізі змін вихідних характеристик первинних перетворювачів у зоні переходу вихідної напруги вимірювального моста до горизонтальної частини (плато) характеристики при зміні струму через чутливі елементи;

- удосконалення відомого методу та розробці алгоритму виявлення суттєвого забруднення газодифузійних фільтрів термокаталітичних датчиків метану й корекції показань аналізаторів метану шляхом аналізу перехідних процесів, що виникають у датчиках під час зміни режиму живлення термоелементів;

- удосконалення методу та розробці алгоритму роботи швидкодіючого аналізатора через одночасне використання двох типів датчиків у аналізаторах метану: високо стабільного, але відносно інерційного термокаталітичного датчика та малоінерційного оптичного датчика;

- у подальшому розвитку поняття комп'ютерного моніторингу стосовно його проведення в системах контролю стану безпечності середовища, як безперервного стеження за працездатністю засобів контролю в режимі реального часу, прогнозування її зміни в часі та автоматичного відновлення працездатності шляхом регулювання параметрів засобів.

4. Оцінка змісту роботи та повнота викладення положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

Структурно дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел (111 найменувань) та три додатки (А, Б, В). Загальний обсяг дисертації становить 158 сторінок, включаючи 38 ілюстративних рисунків.

Вважаю, що зміст дисертації повністю відповідає обраній темі та напряму досліджень. Текст написано логічно структурованою, професійною технічною мовою. Робота супроводжується достатньою кількістю пояснювальних графіків, схем, таблиць та додатків, що свідчить про цілісність та завершеність дослідження.

Розділ перший досліджує теоретичні та методологічні засади розробки й удосконалення комп'ютеризованих систем моніторингу. У цій частині роботи висвітлюються основоположні принципи, теоретичні концепції та методи, що складають основу сучасних технологій безпекового нагляду. Аналізується їх практичне впровадження для контролю стану довкілля та різноманітних

об'єктів. Особливу увагу приділено питанням синергії різноманітних інформаційних технологій, технік опрацювання даних, методик оцінювання ризиків та систем керування критичними ситуаціями в режимі реального часу.

Другий розділ презентує ґрунтовне дослідження сучасного стану інформаційних систем, що застосовуються для виявлення вибухонебезпечних умов у шахтному середовищі. У розділі розглядаються новітні технологічні рішення для моніторингу критичних параметрів, зокрема концентрації метану та інших небезпечних газів, температурних показників та стану вентиляційних систем. Розробляються програмні комплекси для опрацювання даних у режимі реального часу та автоматизовані системи раннього попередження про небезпеку. Ключовий акцент зроблено на виявленні недоліків існуючих інформаційних систем та формулюванні пропозицій щодо їх покращення. Оцінюються перспективи застосування інноваційних технологій, зокрема методів машинного навчання, для підвищення точності та ефективності діагностики вибухонебезпечних умов у вугільних шахтах, що в результаті сприяє посиленню рівня безпеки персоналу.

Третій розділ висвітлює ключові підходи до розробки методів, математичного та алгоритмічного забезпечення для моніторингу потенційно небезпечних ситуацій у реальному часі. У розділі розглядаються існуючі математичні моделі та алгоритми для прогнозування вибухонебезпечних умов. Це здійснюється шляхом опрацювання та аналізу даних, отриманих від сенсорних пристроїв, встановлених на об'єктах підвищеної небезпеки (таких як вугільні шахти чи хімічні виробництва). Значна увага приділяється автоматизованим системам, що забезпечують раннє виявлення загроз, запобігаючи розвитку аварійних ситуацій. Важливим аспектом є розробка й оптимізація алгоритмів для підвищення їх точності та продуктивності, що є критичним фактором за умов необхідності швидкого реагування на потенційні загрози та зменшення впливу людського фактору.

Четвертий розділ розкриває основні підходи та технічні рішення для створення систем, що забезпечують безперервний контроль вибухонебезпечних умов на об'єктах підвищеної небезпеки. У розділі розробляються принципи функціонування систем передачі даних та програмного забезпечення для збору, аналізу й інтерпретації інформації про стан обладнання в реальному часі. Ключова увага приділяється розробці технічних рішень для дистанційного моніторингу, що дозволяє уникнути необхідності постійної присутності спеціалістів на об'єкті. Це особливо важливо для таких небезпечних зон як вугільні шахти. У розділі також обговорюються питання надійності та захисту даних під час їх передачі, а також методи підвищення стійкості систем моніторингу до зовнішніх чинників (вібрації, температурні коливання чи агресивні середовища). Доводиться, що впровадження подібних систем дистанційного моніторингу істотно підвищує ефективність контролю та знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

У загальних висновках дисертації чітко визначена головна наукова задача, що вирішена в роботі, сформульовані основні наукові та практичні результати, отримані автором, з акцентом на їх новизні та значущості для галузі.

Результати дослідження були належним чином оприлюднені у 18 наукових публікаціях, серед яких 1 стаття у міжнародному науковому журналі, 5 статей у фахових виданнях України, 7 тез доповідей на наукових конференціях, а також 3 статті у виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах Scopus або Web Of Science.

Варто констатувати, що основні положення та результати дисертаційної роботи були достатньо повно висвітлені в публікаціях та пройшли необхідну апробацію на наукових форумах.

5. Значення роботи для науки, практики та суспільства.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в розробці й теоретичному обґрунтуванні інноваційних методів та алгоритмів комп'ютерного моніторингу систем контролю вибухонебезпечності у вугільних шахтах з урахуванням специфічних умов функціонування обладнання в шахтному середовищі. Запропоновані системи, методи, моделі та алгоритми характеризуються високим ступенем адаптивності до різних умов та дозволяють значно мінімізувати ризики, пов'язані з вибухонебезпечністю у вугільній промисловості.

Практична цінність отриманих результатів полягає в розробці методик, алгоритмів та програмного забезпечення для здійснення моніторингу мікропроцесорних стаціонарних аналізаторів метану в системах контролю вибухонебезпечності атмосфери шахтних виробок. Впровадження даних розробок дозволяє істотно підвищити надійність систем контролю та оптимізувати витрати на їх технічне обслуговування. Розроблені методики, алгоритми та програмне забезпечення було прийнято до впровадження Науково-виробничим об'єднанням «Червоний металіст», що спеціалізується на виробництві систем та засобів контролю вибухонебезпечності для вугільних шахт.

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Після ретельного аналізу тексту дисертації, використаних літературних джерел та посилань на них у роботі жодних порушень принципів академічної доброчесності виявлено не було. Дослідження демонструє високий рівень оригінальності та новизни, що підтверджується науковими публікаціями за авторством здобувача.

7. Зауваження та дискусійні положення.

1. При формулюванні об'єкта дослідження (с.21) та практичного значення роботи (с.5, с.23) припущені деякі несуттєві неточності.

2. Теоретико-методологічний аналіз не охоплює достатньо питань забезпечення інформаційної безпеки систем моніторингу, відсутній розгляд потенційних вразливостей сенсорних мереж у контексті критичної

інфраструктури та методів запобігання несанкціонованому втручанню в роботу системи контролю безпеки.

3. Процедура калібрування сенсорів недостатньо автоматизована та вимагає втручання технічного персоналу, не запропоновано методів віддаленого їх калібрування в режимі реального часу, що підвищує експлуатаційні витрати та створює додаткові ризики людської помилки.

4. Запропоновані методи обробки даних не повністю вирішують проблему затримки передачі інформації в умовах обмеженої пропускної здатності шахтних комунікаційних мереж.

5. Відсутній детальний план міграції даних із запропонованої системи до існуючих систем моніторингу, не розроблено стратегію поетапного впровадження компонентів із мінімізацією ризиків перехідного періоду та не визначено критерії готовності інфраструктури шахти для повноцінного впровадження нової системи моніторингу.

6. Система моніторингу потребує доопрацювання механізмів самодіагностики в умовах тривалої відсутності зв'язку з певними сегментами мережі. Крім того не зазначені чіткі протоколи синхронізації даних після відновлення зв'язку з урахуванням пріоритетності критичної інформації.

7. Запропонована система інтеграції з існуючими системами безпеки шахт не вирішує повністю питання сумісності із застарілим обладнанням, що використовується на багатьох діючих шахтах. Також автором не запропоновано механізми поступового заміщення компонентів без переривання процесу моніторингу вибухонебезпечності.

8. У висновках до основних розділів (1-4) та загальних висновках (с.142-144) не наводяться найбільш важливі чисельні показники, які досягнуті автором дослідження (наприклад, за точністю, ефективністю, надійністю, швидкодією тощо). Те саме рекомендується при доведенні актуальності дослідження та декларації наукової новизни.

9. У роботі є окремі неточності в оформленні дисертації Наприклад, використання терміну «управління» (с.25, с.55, с.57 тощо) замість «керування», у формулах та рисунках автором не завжди наводяться відповідні одиниці вимірювання, наприклад, залежності (3.7)-(3.11), рис. 2.2, рис. 2.6, рис. 3.1 тощо.

8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота написана професійною технічною мовою та має логічну структуру. Наукові результати, отримані в процесі дослідження, демонструють належний рівень новизни та мають інноваційний характер. Зазначені зауваження до роботи не є принциповими та не впливають на її загальну позитивну оцінку. В цілому, представлена робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням, а її основні положення та результати є науково обґрунтованими, достовірними та мають цінність як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

Вважаю, що дисертаційна робота Голінько Олександра Васильовича на тему «Методи та алгоритми комп'ютерного моніторингу систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт» відповідає вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії. . .» (пункти 5, 6, 8).

За вирішення актуальної науково-прикладної задачі з розробки комплексу методів, моделей та алгоритмів комп'ютерного моніторингу систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт Голінько Олександр Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки, галузь знань 12 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри
комп'ютерних систем та мереж,
Криворізького національного університету
доктор технічних наук, професор



Андрій КУПІН