

ВІДГУК

опонента 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

На підставі аналізу представленої дисертаційної роботи, наукових публікацій здобувача та документації щодо практичної реалізації результатів досліджень, вважаю за можливе викласти наступну оцінку проведеного дослідження.

1. Актуальність обраної теми досліджень

З технічної та економічної точок зору, тема дисертації є надзвичайно актуальною. Вугільна промисловість, попри тенденції декарбонізації, залишається стратегічно важливою для енергетичної безпеки багатьох країн, включаючи Україну. Проблема забезпечення вибухобезпечності у вугільних шахтах стоїть гостро через специфіку підземних робіт, що супроводжуються виділенням метану та формуванням потенційно вибухонебезпечних газових сумішей. Сучасна концепція ефективного видобутку корисних копалин у шахтах передбачає інтенсифікацію гірничих робіт, що суттєво активізує виділення великої кількості метану. При цьому засобами вентиляції не завжди вдається знизити вміст метану в рудничній атмосфері до норм, встановлених «Правилами безпеки...», а засобами контролю метану часто неможливо своєчасно та надійно реагувати на раптові зміни його концентрації та запобігти викидам. Це не лише знижує економічні показники видобутку, а й безпосередньо впливає на загальний рівень небезпеки вугільних шахт і становить суттєву небезпеку життю шахтарів.

Заходи боротьби з раптовими викидами вугілля, породи і газу метану вживаються в усьому світі. Серед комплексу заходів істотний вклад в безпеку вносять автоматизовані системи контролю виділення метану в гірничі виробки. Разом з тим, навіть комплексне застосування методів та засобів боротьби з метаном у багатьох випадках не вирішило проблему та являється недостатніми. Це вимагає додаткових зусиль дослідників щодо подальшого вдосконалення методів, алгоритмів та програмних засобів моніторингу газу метану та зниження рівня вибухонебезпечності у вугільних шахтах на базі сучасних цифрових технологій. Застосування сучасних інформаційних технологій для автоматизації контролю концентрації метану дозволяє суттєво знизити ризик аварій з катастрофічними наслідками. Тому науково-прикладне завдання щодо підвищення ефективності систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт шляхом розробки методів, програмних алгоритмів та засобів комп'ютерного моніторингу параметрів є актуальним завданням і нагальною потребою галузі.

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

Дисертаційне дослідження органічно вписується в контекст сучасних напрямів розвитку інформаційних технологій в Україні. Робота цілком відповідає пріоритетам, 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.

Варто особливо підкреслити інтеграцію дисертаційних досліджень у науково-дослідну роботу ГП 501 (№ держреєстрації 0119U000249) «Виявлення закономірностей фазових перетворень газогідратів і напружено-деформованого стану гірського масиву та розробка інноваційних геотехнологій». Аналізуючи внесок автора в етапи 2020-2021 років цієї роботи, можна констатувати, що він провів системне дослідження технічних рішень з підвищення надійності засобів контролю, запропонувавши інноваційні підходи до комп'ютерного моніторингу систем безпеки.

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

Слід зазначити, що наукові результати дисертації достатньо обґрунтовані. Автор продемонстрував системний підхід до аналізу проблеми, використовуючи математичний апарат та сучасні методи комп'ютерного моделювання для верифікації своїх теорій.

Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів, оскільки вони базуються на фундаментальних фізичних принципах роботи датчиків і перевірені експериментально в реальних умовах експлуатації. Здобувач провів значний обсяг обчислювальних експериментів, які підтверджують коректність запропонованих алгоритмів у різних сценаріях використання. Важливо відзначити, що автор не обмежився теоретичними моделями, а перевіряв свої розробки на фактичних даних з функціонуючих шахт, що суттєво підвищує практичну цінність роботи.

Наукова новизна.

Робота має наукову новизну за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» щодо створення і застосування інформаційних технологій та інформаційних систем для автоматизованої переробки інформації і управління. Хороша якість отриманих наукових результатів стала наслідком правильної послідовності вирішення задач та грамотної теоретичної складової досліджень.

Вважаю, що наукова новизна і найбільш вагомі наукові результати полягають у тому, що в дисертаційній роботі для підвищення ефективності систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт удосконалено та побудовано низку нових методів і алгоритмів щодо:

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

- контролю чутливості первинних перетворювачів і корекції показань аналізаторів метану при здійсненні комп'ютерного моніторингу систем вибухобезпеки вугільних шахт, які відрізняються аналізом змін вихідних характеристик первинних перетворювачів у зоні переходу вихідної напруги вимірювального моста до горизонтальної частини (плато) характеристики при зміні струму через чутливі елементи;

- виявлення випадків забруднення газодифузійних фільтрів термokatалітичних датчиків метану та корекції показань аналізаторів метану, які відрізняються аналізом перехідних процесів, що виникають у датчиках під час зміни режиму живлення термоелементів;

- підвищення швидкодії та надійності систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт, які відрізняються одночасним використанням двох типів датчиків в аналізаторах метану: високостабільного, але відносно інерційного термokatалітичного датчика, та малоінерційного оптичного датчика.

Подальший розвиток набув комп'ютерний моніторинг в системах контролю стану безпечності середовища, що відрізняється інтеграцією постійного моніторингу працездатності засобів контролю в реальному часі, 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

Дисертація має класичну структуру: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел (111 найменувань) та три додатки. Загальний обсяг складає 158 сторінок, включаючи 38 рисунків.

З технічної точки зору, робота написана чіткою, лаконічною мовою, що відповідає стандартам наукового стилю. Матеріал викладено послідовно та логічно, що дозволяє читачеві прослідкувати хід думок автора. Графічний матеріал доречний та інформативний, він суттєво полегшує сприйняття складного технічного матеріалу.

Перший розділ присвячений аналізу теоретичних та методологічних основ створення і розвитку систем комп'ютерного моніторингу. Розділ включає аналіз базових принципів, концепцій та підходів, що становлять фундамент сучасних технологій безпекового нагляду та їх застосування для моніторингу навколишнього середовища й різноманітних об'єктів. Значний акцент робиться на питаннях конвергенції різних інформаційних технологій,

методів обробки даних, стратегій аналізу ризиків та систем операційного менеджменту в режимі реального часу.

В другому розділі досліджено методи алгоритмічного забезпечення процесу діагностики засобів контролю вибухонебезпечності вугільних шахт. Проведено аналіз сучасного стану інформаційних систем, що використовуються для виявлення вибухонебезпечних ситуацій у шахтах. Розглянуто сучасні технології моніторингу концентрації метану та інших небезпечних газів, температурних режимів та стану вентиляційних систем. У розділі запропоновано програмні рішення для опрацювання даних у реальному часі та системи автоматичного попередження про небезпеку. Особлива увага приділена ідентифікації недоліків існуючих інформаційних систем та формулюванню пропозицій щодо їх удосконалення. Розглянуто можливості впровадження сучасних технологій для покращення точності та ефективності діагностики вибухонебезпечних умов у вугільних шахтах, які суттєво підвищують рівень безпеки.

Третій розділ присвячено розробці методів та алгоритмів моніторингу потенційно небезпечних ситуацій у реальному часі. Досліджено наявні моделі та алгоритми для прогнозування вибухонебезпечних умов, обробки та аналізу даних від сенсорів, що розташовані на об'єктах підвищеної небезпеки, зокрема, в вугільних шахтах або хімічних підприємствах. Значна увага приділяється автоматизованим системам, здатним виявляти загрози на ранніх стадіях, запобігаючи виникненню аварійних ситуацій. Підкреслено, що важливим аспектом є розробка та оптимізація алгоритмів з метою підвищення їх точності та швидкодії, що є критичним фактором для оперативного реагування на потенційні загрози та мінімізації впливу людського фактора.

У четвертому розділі проведена розробка програмно апаратних компонентів системи моніторингу стану засобів контролю вибухонебезпечності. Обґрунтовано основні підходи та рішення для створення систем безперервного контролю вибухонебезпечних умов на небезпечних об'єктах. Досліджено принципи роботи систем передачі даних та програмного забезпечення для збору, аналізу та інтерпретації інформації про стан обладнання в реальному часі. Акцент здійснено на розробку технічних рішень для дистанційного моніторингу, що дозволяє уникнути необхідності постійної присутності фахівців на небезпечних об'єктах. Також розглянуто питання надійності та захисту при передачі даних, методам підвищення стійкості систем моніторингу до зовнішніх факторів – вібраціям, температурним коливанням або агресивним середовищам. Проведена реалізація розроблених методів та алгоритмів і показана характеристика запропонованого інтерфейсу оператора системи. Позначено, що впровадження систем дистанційного моніторингу значно підвищує ефективність контролю та знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Кожен розділ завершується чіткими висновками, що підсумовують основні результати. Загальні висновки дисертації повністю відображають отримані наукові та практичні здобутки.

За результатами досліджень опубліковано 18 наукових праць: 1 стаття в міжнародному журналі, 5 статей у фахових виданнях України, 7 тез конференцій та 3 статті в журналах, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science.

Таким чином, здобувач забезпечив необхідний рівень публічності та апробації результатів дисертаційного дослідження. Публікації адекватно висвітлюють основні наукові положення та практичні результати дисертації.

5. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Проаналізувавши основні наукові результати дисертації, можу визначити їх значення наступним чином:

З точки зору інформаційних технологій, робота містить суттєві інновації в галузі обробки даних та цифрового моніторингу промислових систем безпеки. Автор розробив оригінальні алгоритми аналізу сигналів від датчиків метану, які враховують особливості їх функціонування в складних умовах шахтного середовища. Запропоновані методи комп'ютерного моніторингу дозволяють не лише виявляти потенційно небезпечні концентрації метану, але й прогнозувати динаміку зміни параметрів, здійснювати діагностику технічного стану системи та автоматично коригувати похибки вимірювань.

З інженерно-прикладної точки зору, значення роботи полягає в розробці технічно реалізованих методів, алгоритмів та програмного забезпечення для моніторингу аналізаторів метану в системах контролю вибухонебезпечності. Особливо цінним є те, що розроблені рішення вже прийняті до впровадження Науково-виробничим об'єднанням «Червоний металіст» – визнаним лідером у виробництві систем безпеки для вугільної промисловості. Це свідчить про високий рівень готовності запропонованих технологій до промислового використання.

Впровадження результатів дисертації дозволяє значно підвищити надійність систем безпеки та скоротити витрати на їх технічне обслуговування, що має вагомое економічне значення для гірничодобувної галузі.

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Проведена перевірка дисертації та публікацій здобувача не виявила ознак порушення принципів академічної доброчесності. Автор коректно використовує наукові джерела, надаючи належне цитування та посилання. Результати роботи є оригінальними та інноваційними, що підтверджується відповідними публікаціями у фахових виданнях.

7. Дискусійні положення

1. Незважаючи на суттєвий внесок автора в мінімізацію помилкових спрацьовувань системи контролю, методи та алгоритми діагностики ще

потребують подальшого удосконалення, зокрема, не реалізовано алгоритми крос-валідації показань між групами датчиків встановлених в межах однієї ділянки шахти та не запропоновано ефективних методів розрізнення короточасних аномальних сплесків від стійких тенденцій зміни характеристик термохімічних сенсорів.

2. Потрібно було б детальніше порівняти ефективність запропонованих методів діагностики з існуючими промисловими рішеннями та визначити кількісні показники переваг розроблених методів у різних режимах експлуатації.

3. Чіткі критерії оцінки ефективності розроблених алгоритмів у порівнянні з традиційними підходами поки не отримали достатнього опрацювання, як і методологічні підходи діагностики аналізаторів після впливу пікових навантажень за метаном, наприклад, обумовлених газодинамічними явищами. Це потребує подальших досліджень.

4. Недостатньо деталізовані процедури резервного копіювання та відновлення даних при виникненні збоїв у системі, не представлено ефективних алгоритмів розподіленого зберігання критичної інформації та відсутні чіткі протоколи верифікації цілісності даних при відновленні після аварійних ситуацій.

5. Інтерфейс користувача працездатний, але потребує доопрацювання для забезпечення більш чіткого сприйняття критичної інформації диспетчерським персоналом. Хотілося б побачити реалізацію адаптивних елементів управління для різних сценаріїв використання та візуалізацію багатовимірних даних при виникненні аномалій.

Відзначені зауваження, що виникли в процесі рецензування, не є принциповими і не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Підбиваючи підсумкову оцінку дисертації, можу з впевненістю стверджувати, що робота Голінька Олександра Васильовича «Методи та алгоритми комп'ютерного моніторингу систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт» є завершеним самостійним науковим дослідженням, яка виконана на високому технічному рівні, містить чітко сформульовані наукові результати, які відрізняються новизною та мають практичну цінність.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії...» (пункти 5, 6, 8) , а також напрямам досліджень спеціальності 122 – комп'ютерні науки.

За нове рішення актуального науково-прикладного завдання з підвищення ефективності систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт, розробку методів, програмних алгоритмів і реалізацію засобів

комп'ютерного моніторингу та модернізацію систем контролю вибухонебезпечності вугільних шахт, що має суттєве значення для підвищення точності, надійності та оперативності контролю метану, Голінько Олександр Васильович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки, галузь знань 12 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

старший науковий співробітник відділу
проблем розробки родовищ на великих глибинах
ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник _____

І.М. Слащов