

В і д г у к
рецензента на дисертаційну роботу
Власова Владислава Сергійовича
на тему «Математичні моделі для автоматизації процесу керування
гідроекобезпекою при синхронізації вуглевидобутку та згортання гірничих
робіт у Західному Донбасі»,
що представлена на здобуття ступеня доктора філософії за
спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології».

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень, а також матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

Дослідження проводились в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» відповідно до концепції державних програм та планів науково-дослідних робіт за безпосередньою участю здобувача.

1. Актуальність визначеної автором теми досліджень, пов'язана з надзвичайною складністю процесів вуглевидобутку і синхронного згортання гірничих робіт у складних геолого-гідрологічних умовах Західного Донбасу. Як відомо, проблема гідроекобезпеки шахтних полів надзвичайно гостра як у період видобутку корисних копалин, так і в постексплуатаційний період, особливо враховуючи ряд негативних факторів, які супроводжують видобуток вугілля, а саме – просідання земної поверхні, затоплення заплавлі річок, постійного відкачування шахтних вод, виснаження водозаборів питної води та ін. Окрім кола питань, пов'язаних з гідроекологічними та технологічними завданнями, необхідна розробка системи параметричної логістики для автоматизації процесів керування гідроекобезпекою вуглевидобутку на шахтних полях. Саме тому, запропонована в дисертаційній роботі автоматизована система прогнозування гідроекологічних ризиків при закритті шахт (на прикладі Західного Донбасу)

з урахуванням багатфакторної моделі та великого обсягу вихідних даних є актуальним і важливим науковим завданням, і з цим слід погодитись.

2. Слід також відзначити суттєвий зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» у відповідності з Національним планом дій в галузі енергетики до 2030 р. за № 687, скоригованим і затвердженим Міністерством енергетики та вугільної промисловості України у 2018 р., відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №1071-р.) та «Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Закон України від 21 квітня 2011 року № 3268-VI) та ін.

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

Вважаю, що наукові положення, які виносяться на захист здобувачем, повною мірою відображають отримані наукові результати, також їх достатня обґрунтованість забезпечується використанням комплексу сучасних методів досліджень гідроекобезпеки шахтних полів, стандартної вимірювальної апаратури у поєднанні з методами математичного моделювання та комп'ютерної обробки результатів вимірів, узгодженням результатів, одержаних теоретично, з результатами, одержаними експериментально та порівнянням даних автора з даними літературних джерел.

Наукові положення, що виносяться автором на захист, повною мірою відображають отримані наукові результати, та сформульовані наступним чином.

1. Параметрична логістика автоматизації процесу керування гідроекобезпекою ведення гірничих робіт і їх згортання складається з послідовності геофізичних моделей вимірів деформацій у покрівлі рухомого очисного

вибою, які відображають пружно-реологічну динаміку зрушень масиву до поверхні карбону з ядром повзучості Абеля та подальшим сполученням цього результату з геометричними розмірами зони фільтрації у вибої за вимірами на електрогідродинамічній моделі, що дозволяє аналітично узагальнити рівняння керованості технічних систем у вигляді синтезу чисельних моделей геофільтрації і геомеханіки на основі комп'ютерних програм.

2. Математичне моделювання динаміки опускання поверхні шахтного поля в Західному Донбасі реалізується побудовою поверхонь з регулярною інтерполяційною і поліноміальною мережами, причому просторова інтерполяція ґрунтується на аналітичному виборі моделі поверхні і подальшою її деталізацією локальною інтерполяцією за вимірами навколо кожної точки, а порівняння суми елементарних призм по кожному вузлу мережі з поверхнею ґрунтових вод і водоймищ дозволяє знайти контури площ підтоплення і затоплення у прибережних зонах з описом динаміки їхньої зміни у просторі і часі на скінченно-різницевих багатосарових моделях геофільтрації з відображенням нестационарного гідродинамічного балансу, показники якого є модельними параметрами гідроекопорушень масиву і його стабілізації за варіантним рядом керуючих інженерних рішень.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше доведено, що складання методики модельного відображення параметрів масиву шахтного поля з автоматизацією процесу керування гідроекобезпекою конкретизується фізичним моделюванням та емпіріоаналітичними обґрунтуваннями і математичним описом елементів побудови послідовності комп'ютерних моделей.

2. Вперше за геофізичними вимірами деформації надвугільної товщі у свердловинах над рухомим очисним вибоєм отримано графіки параметрів деформування гірських порід у часі, які інтерпретовані за класичним рівнянням з ядром повзучості Абеля з новим фізичним змістом, як параметри пружно-реологічної піддатливості масиву, що необхідно для тлумачення

нелінійності фільтраційних геомеханічних змін у моделях та разом з доказом гідростатичного розподілу напружень у підшві бучацького водоносного горизонту. Це дозволяє використати комп'ютерно-інтегровані технології для моделювання фільтраційних збурень, які спричиняють практично рівномірне переміщення центральних і периферійних точок з об'ємом мульди зсуву, рівним об'єму водовмісного піщаного матеріалу та сформують нове фізичне уявлення водозахисних функцій масиву.

3. Вперше імітаційний пошук параметрів проникності зони підробки очисним вибоєм здійснено аналоговим моделюванням на резисторній електро-гідродинамічній моделі та співставленням результатів з параметрами розтікання води в лаві, що дозволяє дійти висновку про паралельне застосування горизонтальних і зсувних деформацій при інтегруванні чисельних моделей, а математичною основою комп'ютерного моделювання процесу геофільтрації при експлуатації та затопленні шахт є чисельне розв'язання рівняння несталої планової фільтрації за явно-неявною схемою, коли є дотримання потокового балансу по всій області моделі.

4. Удосконалено обґрунтування гідробезпеки регіонального водоносного горизонту в Західному Донбасі і показано, що навколо розкритої тріщини у гірській породі утворюється захисна зона «зворотний фільтр», з якої вимиваються дрібні фракції піску, а крупні утворюють захисну зону за співвідношенням $d_{50} / d_{10} > 2$, де d_{50} та d_{10} є діаметрами фракцій з відповідним вмістом у водоносному горизонті 50 % і 10 %, що дозволяє підвищити якість геофільтраційної моделі при використанні комп'ютерно-інтегрованих техно-логій.

5. Розширено уявлення про фізичні параметри підробки водонасичених пісків, коли доступ до вимірів розкриття тріщин відсутній, знайдено емпіріо-аналітичне тлумачення логарифмічної лінеаризації залежності між проникністю підробленої товщі порід і кратністю підробки, що з урахуванням отриманих ймовірнісних показників зернового складу бучацького піску

дозволило гарантовано виявити існуючий резерв захисних властивостей аргілітів та алевролітів у Західному Донбасі, який дорівнює 3,0.

6. Удосконалено обґрунтування й апробовано методику моделювання опускання земної поверхні при її підробці очисними роботами в умовах шахт Західного Донбасу, при цьому запропоновано математичну модель побудови поверхонь з регулярною мережею – інтерполяційна і поліноміальна, які дозволяють отримати адекватне уявлення про поверхні, а також вони є базисом для підрахунку об'ємів, наведених у вигляді суми елементарних призм по кожному вузлу мережі, що дозволяє приймати управлінські рішення щодо зменшення фінансового навантаження на вугледобувне підприємство під час його закриття.

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

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел із 130 найменувань на 15 сторінках. Робота містить 247 сторінок основного тексту, 90 рисунків та 25 таблиць, загальний обсяг – 279 сторінок. Вважаю, що характер змісту дисертаційної роботи відповідає її обраній назві.

Текст дисертації викладено логічно, грамотною технічною мовою. Робота супроводжується значною кількістю пояснювальних рисунків та таблиць, присутністю додатків, що вказує на її цілісність та завершеність.

Перший розділ присвячено виконанню аналізу основних чинників, які найбільш суттєво впливають на формування факторів гідроекобезпеки при веденні та згортанні гірничих робіт і можливу синхронізацію цих процесів. Визначено основні чинники для врахування певної послідовності створення логічно обумовленого модельного ряду відображення факторів гідробезпеки. Виконано аналіз інформаційних систем та програмного забезпечення, призначених для вирішення завдань керування гідродинамічними та геомеханічними процесами при веденні та згортанні гірничих робіт.

У другому розділі автор обґрунтовує методики модельного відображення параметрів масиву шахтного поля для автоматизації процесів керування синхронізацією гірничих робіт та їх згоранням із мінімізацією негативних гідродинамічних явищ. Ідентифіковано модельні рішення і реальні геофільтраційні об'єкти методом електрогідродинамічних аналогій за даними натурних вимірювань і моделювання на еквівалентних матеріалах. Наведено математичну основу математичного моделювання процесу фільтрації підземних вод під час експлуатації та затоплення шахт.

У третьому розділі виконано обґрунтування гідробезпечного режиму підробки регіонального водоносного горизонту в Західному Донбасі. Для цього проведено оцінку проникаючої здатності бучацьких пісків, досліджено механізм формування прориву водопіщаної суміші в гірничі виробки та обґрунтовано механізм формування аномальних водоприпливів.

У четвертому розділі надано аналітичне обґрунтування і реалізоване тривимірне моделювання обводненого шахтного поля, а саме: обґрунтовано методику прогнозування зрушень гірського масиву та земної поверхні у Західному Донбасі; розроблено тривимірну модель підробленої земної поверхні; відображено наслідки вуглевидобутку і закриття шахт Західного Донбасу, що формують гідроризики на шахтному полі; архітектуру бази даних для програмного забезпечення. Наведено реалізацію розроблюваної програми як дослідницької апробації.

П'ятий розділ присвячений реалізації використання послідовності обґрунтованих моделей як інструмента автоматизації процесів керування гідроекобезпекою вуглевидобутку та згорання гірничих робіт. Наведено результати комп'ютерного моделювання для різних варіантів синхронізації гірничих робіт і закриття суміжних шахт та надано рекомендації щодо мінімізації гідроекологічних наслідків для них. Виконано оцінку економічної ефективності впровадження рішень щодо прогнозування наслідків підтоплення площі гірничого відводу шахти. Запропоновано три варіанти розвитку подій відносно ділянок земель, які знаходяться в зоні ризику.

Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані у 11 наукових працях, у тому числі монографії, 3 статтях у фахових виданнях, одна з яких індексована у наукометричній базі даних Scopus, 7 публікаціях у збірниках матеріалів міжнародних науково-практичних конференцій. Результати роботи пройшли достатню апробацію на наукових форумах, школах, конференціях.

5. Значення роботи для науки, практики та суспільства.

Наукове значення роботи полягає у створенні науково-методичного підходу до побудови логістичної послідовності фізичних і комп'ютерних моделей, які у сукупності дозволяють автоматизувати керування гідроекобезпекою шахтних полів.

Практичне значення роботи:

1. Створено та впроваджено послідовність чисельних комп'ютерних моделей і програмного забезпечення як інструмента автоматизації процесів керування гідроекобезпекою шахтних полів у Західному Донбасі.

2. Розроблено математичний і алгоритмічний апарат, який дозволив створити ефективні моделі земної поверхні і водоносного горизонту, а також визначити об'єм між початковою земною поверхнею, що осіла, а також між водоносним горизонтом і поверхнею, для визначення ділянок затоплення.

3. Розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати прогнозування гідроекологічних ризиків на площах, де формуються мульди осідання денної поверхні в прибережних зонах річок (Програмне забезпечення моделювання поверхонь виконано на мові Visual C++ під операційну систему Windows з використанням інструментальних засобів відкритої графічної бібліотеки OpenGL).

4. Розроблений графічний інтерфейс враховує аналіз поведінки цільового користувача й останні тенденції в сфері User Experience.

5. Розроблено постійнодіючу геофільтраційну комп'ютерну модель шахтних полів Західного Донбасу, яка відображає динаміку балансу

підземних та поверхневих вод і є базовою для вирішення завдань керування гідроеко-безпекою окремих шахт.

6. Виконано оцінку економічної ефективності використання оновленого програмного забезпечення для побудови тривимірної моделі обводненого шахтного поля.

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

За результатами вивчення дисертаційного дослідження, порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено.

7. Дискусійні положення.

Зазначені зауваження не знижують загального наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи. Результати роботи є новими та оригінальними.

1. Потребує більш детального опису параметризація експериментів у електрогідродинамічній моделі на електроінтеграторі, а саме – як коригувалися діапазони значень коефіцієнта фільтрації.

2. При статистичному аналізі досить важливих експериментальних даних щодо оцінки гранулометричного складу буцацьких пісків автор не надав достатнього теоретичного пояснення отриманих результатів, що було б доцільно для прояснення фізичної суті процесу утворення зони «зворотнього фільтру».

3. Було б доцільно більш детально розкрити результати рішення епігнозного завдання, виконаного з метою верифікації і апробації геофільтраційної моделі.

4. Потребує більш детального опису визначене у дисертаційній роботі «нове фізичне уявлення водозахисних функцій масиву».

5. На погляд рецензента, не дуже вдало сформульовані висновки дисертаційної роботи – надане перевантаження деталями, які можливо було б узагальнити.

8. Загальний висновок по дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою та логічно побудована, виконана на актуальну тему, містить нові науково обґрунтовані результати та наукові положення одержані автором особисто, має наукову і практичну значимість.

Зазначені недоліки й зауваження щодо дисертаційної роботи не носять принципового характеру та не впливають на її позитивну оцінку.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота Власова Владислава Сергійовича на тему «Математичні моделі для автоматизації процесу керування гідроекобезпекою при синхронізації вуглевидобутку та згортання гірничих робіт у Західному Донбасі», відповідає всім вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 р. №40 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії.....» (пункти 5,6,8).

За вирішення актуального науково-технічного завдання обґрунтування гідрогеомеханічних параметрів, які обумовлюють фізичне формування гідроризиків при синхронізації вуглевидобутку та згортання гірничих робіт на основі створення послідовності чисельних математичних моделей, що дозволяє використовувати їх як інструмент автоматизації процесів керування гідроекобезпекою в умовах шахт Західного Донбасу, автор роботи Власов Владислав Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

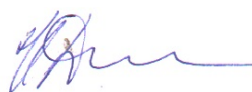
Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри гідрогеології та

інженерної геології

НТУ «Дніпровська політехніка»



Н.І. Дерев'ягіна