

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу
Матвійківа Тараса Михайловича

“Інформаційні технології усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні”,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертації

Наразі в Україні спостерігається виснаження приповерхневих нафтових і газових шарів, що призводить до необхідності буріння глибоких похило-скерованих свердловин для забезпечення енергетичної незалежності країни. Зростання глибини свердловин супроводжується зростанням важкості буріння, нагріванням бурового інструменту, виникненням механічних напружень, виникненням вібрацій з частотою коливань близько 10 Гц, від яких зазнають руйнівного впливу електронні свердловинні прилади та компоновка низу бурової колони, а також руйнуються бурильні труби, що спричиняє серйозні фінансові витрати. Для збереження зазначеного обладнання в роботоздатному стані потрібно в умовах невизначеності та наявності неточної і суперечливої інформації приймати оперативне рішення про продовження буріння в попередньому режимі, новому режимі або про припинення процесу буріння. Суттєво зменшити негативний вплив людського фактору при прийнятті такого рішення можна шляхом автоматизації окремих задач управління, зокрема, задач ідентифікації та усунення ударів і вібрацій під час буріння.

На сьогоднішній день науковими інститутами основних сервісних компаній, що спеціалізуються на промисловому бурінні свердловин, широко проводяться дослідження даної галузі, але завершених комерційних продуктів інформаційних систем прийняття рішень щодо усунення ударів і вібрацій під час буріння і досі немає. Відтак актуальним завданням є розроблення інформаційних технологій автоматичного усунення ударів і вібрацій в похило-скерованому бурінні, а дисертаційна робота Матвійківа Тараса Михайловича, присвячена розробленню моделей, методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони під час похило-скерованого буріння глибоких свердловин, є *актуальною* і важливою для підвищення ресурсу роботи електронних свердловинних приладів. У дисертаційній роботі чітко сформульовано мету, визначено задачі для досягнення цієї мети, об'єкт та предмет досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри автоматизованих систем управління Національного університету "Львівська політехніка" та пов'язана з планами наукових досліджень, які виконувалися в межах держбюджетних науково-дослідних робіт, а саме: “Розроблення компонентів для синтезу

інтегрованих автоматизованих систем управління” (2014-2016 рр., № держ. реєстр. 0114U001232).

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Матвійківа Тараса Михайловича достатньо обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією програмних засобів, які дають змогу виконувати автоматичне усунення вібрацій під час буріння похило-скерованих свердловин усіма розробленими методами, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок з коректним використанням теорії факторних експериментів, теорії ймовірності, математичної статистики, методів математичного моделювання, теорії експертних систем та математичного апарату мереж Байєса для реалізації розроблених моделей та обробки результатів.

3. Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 133 сторінки основного тексту, 52 рисунка та 12 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 120 найменувань.

У *вступі* обґрунтована актуальність тематики, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовані мета і задачі дослідження, визначена наукова новизна та практична цінність одержаних результатів, а також наведено відомості про апробацію та структуру роботи.

Перший розділ дисертаційного дослідження присвячено аналізу сучасного стану інформаційних систем та технологій в бурінні глибоких похило-скерованих свердловин. У ньому проаналізовано сучасні інформаційні системи забезпечення процесу буріння, зокрема, інформаційні системи контролю та автоматизації технологічних параметрів режиму буріння та існуючі вибірні інформаційно-вимірювальні системи. Проведено огляд інформаційних технологій забезпечення процесу буріння, зокрема, інформаційних технологій передачі даних «вибій-поверхня», передачі команд «вибій-поверхня», збору, збереження та опрацювання даних, віддаленого контролю та моніторингу процесу буріння, існуючих в бурінні систем підтримки прийняття рішень. Аналізу в першому розділі піддано також надійність технічних засобів вибірних інформаційно-вимірювальних систем при дії механічних дестабілізуючих чинників. Проведення такого аналізу дало автору можливість показати відсутність відповідних інформаційних технологій усунення ударів та вібрацій під час похило-скерованого буріння. Крім цього, проведений аналіз дозволив зробити висновок щодо необхідності

розроблення інформаційних технологій усунення ударів та вібрацій під час похило-скерованого буріння. Матеріал розділу висвітлено повно, однак у розділі присутні надлишкові описи, наприклад, забагато уваги присвячено огляду технології передачі даних на використання гідравлічного каналу зв'язку, а рисунки «Структура типової АСУ технологічних параметрів режиму буріння», «Схема передачі гідравлічних імпульсів» містять загальновідомі дані. В цілому автор провів ґрунтовний системний аналіз предметної галузі. Обґрунтування актуальності вирішуваної наукової задачі виконано автором досить ретельно та всебічно.

Другий розділ дисертації присвячено особливостям проведення експериментів, збору і опрацювання статистичного матеріалу, а також моделюванню ресурсу роботи електронних свердловинних приладів. У ньому виявлено та проранжовано дестабілізуючі чинники, які впливають на надійність процесу буріння, виконано опрацювання статистичних даних при дослідженні надійності електронних свердловинних приладів з використанням теорії пасивних факторних експериментів, математичної статистики та теорії ймовірності. Автором проведено генерацію основних видів вібрацій бурової колони, виявлено вплив основних видів вібрацій на надійність процесу буріння похило-скерованих свердловин. Оригінальним рішенням автора є математична модель оцінювання ресурсу роботи електронного свердловинного приладу, яка базується на застосуванні методу аналогії з електронними апаратами та на розрахунку коефіцієнту інтенсивності вібрацій, а також модель промиву бурової колони. Однак автор у другому розділі дисертаційної роботи недостатньо уваги приділив оцінюванню повноти та адекватності розроблених моделей, не довів їх абсолютної переваги над іншими аналогічними моделями оцінювання ресурсу роботи електронно-свердловинної апаратури. Має місце некоректна наскрізна нумерація формул – пропущена, зокрема, формула під номером (2.3). Присутні також і надлишкові описи, наприклад, забагато уваги приділяється інформації про компоненти бурової колони та їх розміщення.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено розробленню моделей і методів автоматичної ідентифікації та усунення вібрацій під час похило-скерованого буріння. Автором виявлено інформаційні ознаки ударів та вібрацій під час похило-скерованого буріння, розроблено алгоритм оцінювання ситуації в масштабі реального часу, розроблено причинно-наслідкову модель виникнення відповідних видів вібрацій під час буріння. Оригінальним рішенням автора є розроблена у третьому розділі імовірнісна модель автоматичної ідентифікації видів ударів та вібрацій, яка ґрунтується на причинно-наслідковій моделі виникнення вібрацій та теорії мереж Байєса. Крім цього, автором було вдосконалено метод ухвалення рішення про усунення ударів та вібрацій в режимі реального часу та умовах невизначеності шляхом використання інформаційної моделі ухвалення рішення на основі діаграм впливу, яка була піддана перевірці на адекватність. У третьому розділі автор також запропонував вдосконалення методу автоматичного усунення ударів та вібрацій, що враховує досвід усунення

вібрацій в поточних геологічних умовах та базується на основних алгоритмах усунення вібрацій. Використання запропонованих моделей та методів дають можливість автоматично визначати вид та достовірність ударів та вібрацій під час буріння, в автоматичному режимі приймати рішення про необхідність усунення ударів і вібрацій та усувати удари і вібрації під час похило-скерованого буріння. Однак наведені на рис.3.5, 3.15 блок-схема алгоритму оцінювання ситуації в масштабі реального часу під час буріння та блок-схема алгоритму усунення ударів та вібрацій під час буріння є некоректними, оскільки деякі блоки (один блок обчислень та два блоки прийняття рішень на рис.3.5, три блоки обчислень на рис.3.15) мають по 2 входи, що суперечить правилам побудови алгоритму в цілому та блок схеми зокрема.

У четвертому розділі описано процес розроблення програмних засобів системи підтримки прийняття рішень автоматичної ідентифікації та усунення вібрацій під час буріння, яка сумісно використовує показники як поверхневих, так і глибинних сенсорів для визначення наявності відповідного виду вібрацій та прийняття рішення про спосіб їх усунення. Автором визначено задачі систем підтримки прийняття рішень та експертів, побудовано архітектуру систем підтримки прийняття рішень усунення ударів та вібрацій (у вигляді алгоритмічно-орієнтованого бачення з елементами архітектурних рішень), розроблено структурну схему та алгоритм функціонування системи підтримки прийняття рішень, описано програмну реалізацію розробленої системи, зокрема, інтерфейсу користувача та модуля візуалізації основних параметрів буріння, модуля захоплення даних в реальному масштабі часу, зазначено особливості програмної реалізації моделей мереж Байеса та діаграм впливу та моделі на основі теорії мереж Петрі, розроблено структуру бази знань. У четвертому розділі недостатньо уваги приділено саме проектуванню розроблених програмних засобів, а також особливостям та режимам їх функціонування. Присутні також і надлишкові описи, наприклад, забагато уваги приділяється опису реалізації панелі візуалізації потоку даних реального масштабу часу, недоцільним є наведення фрагментів коду у основному тексті дисертаційної роботи.

Висновки по роботі сформульовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані в роботі результати. За своїм рівнем висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів кандидатської дисертації.

Список літератури є інформативним, достатньо повно охоплює пердметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості іноземних джерел.

Додатки до роботи є змістовними і підтверджують позитивні результати роботи.

4. Наукова новизна результатів досліджень та їх теоретичне значення

Наукова новизна досліджень полягає у розв'язанні актуальної наукової задачі розроблення інформаційних технологій усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні.

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, на мою думку, можна віднести:

– *вперше розроблену* імовірнісну модель автоматичної ідентифікації видів ударів та вібрацій, яка ґрунтується на причинно-наслідковій моделі виникнення вібрацій та теорії мереж Байєса, і, завдяки врахуванню сумісних показів глибинних та поверхневих сенсорів, забезпечує можливість автоматичного визначення виду і достовірності ударів та вібрацій під час буріння;

– *вперше розроблену* модель оцінювання ресурсу роботи електронного свердловинного приладу, яка, на основі застосування методу аналогії з електронними апаратами шляхом розрахунку коефіцієнту інтенсивності вібрацій, описує процес руйнування електронного свердловинного приладу в умовах одночасної дії різних видів вібрацій та забезпечує можливість визначення поточного ресурсу роботи електронного свердловинного приладу;

– *вдосконалений* метод ухвалення рішення про усунення ударів та вібрацій в режимі реального часу та умовах невизначеності шляхом використання інформаційної моделі ухвалення рішення на основі діаграм впливу, яка враховує історію усунення вібрацій в поточних геологічних умовах, очікуваний час до кінця рейсу буріння, поточний рівень вібрацій, стан електронного свердловинного приладу та забезпечує можливість прийняття рішення про необхідність усунення ударів і вібрацій в автоматичному режимі;

– *вдосконалений* метод автоматичного усунення ударів та вібрацій, який на основі врахування досвіду усунення вібрацій в поточних геологічних умовах та основних алгоритмів усунення вібрацій забезпечує можливість автоматичного усунення ударів та вібрацій під час похило-скерованого буріння.

5. Достовірність наукових положень і висновків

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням теорії факторних експериментів, теорії ймовірності, математичної статистики, методів математичного моделювання, теорії експертних систем та математичного апарату мереж Байєса для реалізації розроблених моделей і методів та опрацювання результатів. Достовірність результатів базується на обґрунтованості припущень, результатах експериментальних досліджень, правильному аналізу отриманих результатів та математичному і комп'ютерному моделюванню запропонованих методів та сценаріїв розвитку подій, а також на успішній їх апробації на науково-технічних конференціях та успішному впровадженні отриманих рішень у Стрийському відділенні бурових робіт бурового управління «Укрбургаз» ПАТ «Укгазвидобування», Національному університеті «Львівська політехніка».

6. Практичне значення результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у тому, що її результати у вигляді інформаційних технологій усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні були використані у Стрийському відділенні бурових робіт бурового управління «Укрбургаз» ПАТ «Укгазвидобування» з метою підвищення ефективності похило-скерованого буріння в умовах невизначеності та за наявності суперечливої інформації, а також у Національному університеті «Львівська політехніка» при виконанні держбюджетних тем.

Запропоновані рішення дали можливість: підвищувати надійність та ресурс роботи електронних свердловинних приладів, визначати наявність певного виду вібрацій та приймати рішення щодо способу їх усунення. Дослідження проводились з врахуванням їх наступної практичної реалізації. Результати досліджень можуть бути рекомендовані до впровадження в діяльності нафто- та газо- видобувних підприємств для підвищення надійності та ресурсу роботи електронних свердловинних приладів.

7. Стиль, оформлення дисертації, автореферату. Повнота викладу наукових висновків у публікаціях та відповідність спеціальності

Об'єм, структура, оформлення матеріалів досліджень в цілому відповідають вимогам "Порядку присудження наукових ступенів" щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Усі основні положення та найбільш важливі результати дисертації, подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях. За темою дисертації опубліковано 16 друкованих праць, у тому числі 1 стаття у закордонному виданні, індексованому у Міжнародних науко-метричних базах, 2 статті у фахових наукових виданнях України, індексованих у Міжнародних науко-метричних базах, 6 статей у фахових наукових виданнях України, 7 публікацій у матеріалах наукових конференцій. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

Дисертація за змістом та отриманими результатами відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

8. Недоліки та зауваження

1) у дисертаційній роботі автором було вдосконалено метод ухвалення рішення про усунення ударів та вібрацій в режимі реального часу та умовах невизначеності та метод автоматичного усунення ударів та вібрацій, але відсутні оцінки достовірності результатів роботи методів – вважаю, що доцільно було б навести щонайменше емпіричні оцінки достовірності;

2) у другому та третьому розділі дисертаційної роботи автор недостатньо уваги приділив оцінюванню повноти та адекватності розроблених моделі оцінювання ресурсу роботи електронного свердловинного приладу та моделі автоматичної ідентифікації видів ударів та вібрацій, не довів їх абсолютної переваги над іншими аналогічними моделями оцінювання ресурсу роботи електронно-свердловинної апаратури та автоматичної ідентифікації видів ударів і вібрацій;

3) наведені на рис.3.5, 3.15 третього розділу дисертаційної роботи блок-схема алгоритму оцінювання ситуації в масштабі реального часу під час буріння та блок-схема алгоритму усунення ударів та вібрацій під час буріння є некоректними, оскільки деякі блоки (один блок обчислень та два блоки прийняття рішень на рис.3.5, три блоки обчислень на рис.3.15) мають по 2 входи, що суперечить правилам побудови алгоритму в цілому та блок схеми зокрема;

4) у четвертому розділі недостатньо уваги приділено саме проектуванню розроблених програмних засобів, а також особливостям та режимам їх функціонування;

5) у дисертаційній роботі відсутній порівняльний аналіз розробленого програмного забезпечення із відомими аналогічними програмними засобами із зазначенням переваг та обмежень розробленого програмного засобу;

6) у дисертаційній роботі відсутня кількісна оцінка ефективності розроблених моделей, методів та інформаційних технологій усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні;

7) є певні зауваження до оформлення рукопису: у другому розділі має місце некоректна наскрізна нумерація формул – пропущена, зокрема, формула під номером (2.3); у розділах мають місце надлишкові описи – наприклад, у розділі 1 забагато уваги присвячено огляду технології передачі даних на використання гідравлічного каналу зв'язку, у розділі 2 – інформації про компоненти бурової колони та їх розміщення, у розділі 4 – опису реалізації панелі візуалізації потоку даних реального масштабу часу; недоцільним є наведення фрагментів коду у основному тексті четвертого розділу дисертаційної роботи

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової цінності.

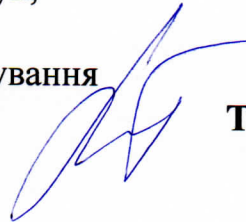
9. Загальні висновки

Дисертаційна робота Матвійківа Тараса Михайловича є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати вирішення важливої та актуальної наукової задачі розроблення моделей, методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони під час похило-скерованого буріння глибоких свердловин.

Отримано нові, науково обґрунтовані теоретичні результати, які є суттєвими для підвищення ресурсу роботи електронних свердловинних приладів. Тема дисертації відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

З огляду на актуальність теми дисертації, практичну корисність отриманих результатів досліджень, отриману сукупність теоретичних результатів, вважаю, що **дисертація відповідає** вимогам пп. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, а її **автор Матвійків Тарас Михайлович заслуговує** на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент – кандидат технічних наук,
доцент, старший науковий співробітник,
в.о. завідувача кафедри системного програмування
Хмельницького національного університету



Т.О.Говорущенко

Підпис Говорущенко Т.О. засвідчую
Перший проректор, проєктор з науково-педагогічної та наукової роботи
Хмельницького національного університету



М.П.Войнаренко

4 листопада 2016 р.