

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Матвійківа Тараса Михайловича** на тему "**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.

Актуальність роботи

Під час похило-скерованого буріння свердловин виникає потреба у постійному інформаційному супроводі процесу буріння. В сучасних умовах цей супровід відбувається за допомогою інтелектуальних пристроїв - інформаційних вимірювальних систем. Електронні свердловинні прилади, які входять до складу цих систем збирають та передають на поверхню інформацію із вибою свердловини, яка необхідна для прийняття рішень про зміни режиму буріння чи корекції траєкторії буріння. Під час процесу буріння, що відбувається на значних глибинах, виникають вібрації бурового інструменту, які призводять до передчасної відмови електронних свердловинних приладів та значних затрат часу на підйом бурового інструменту для заміни цих приладів. Тому виникає потреба у швидкому прийнятті рішень щодо необхідності та способу усунення механічних вібрацій для підвищення ресурсу роботи електронних свердловинних приладів. Рішення, які приймаються операторами в умовах неповної інформації, не завжди призводять до очікуваного результату і часто приймаються запізно. Саме це зумовлює необхідність вирішення задачі автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій під час буріння.

Сучасні методи розроблення систем штучного інтелекту, зокрема систем підтримки прийняття рішень (СППР) при бурінні нафтогазових свердловин, як правило використовуються на етапі планування та не передбачають автоматичну ідентифікацію та усунення вібрацій під час буріння. Окрім цього більшість існуючих СППР використовують апарат передбачення на базі моделей (МВР) для побудови та реалізації експертних систем які працюють в режимі порадики. В цих системах мало уваги приділено мережам Байєса, які є більш доречними в умовах невизначеності та наявності конфліктної інформації. Тому важливим завданням є вдосконалення існуючих чи створення нових методів автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій під час буріння, які б забезпечили функціонування в умовах наявності суперечливої інформації, зокрема при відмові окремих сенсорів системи.

Приймаючи до уваги приведене вище, можна стверджувати, що тема дисертаційної роботи Матвійківа Т.М., яка присвячена створенню та вдосконаленню методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони, що підвищує ресурс роботи електронних свердловинних приладів (ЕСП), є актуальною.

Основні наукові результати дисертаційної роботи, отримані особисто автором:

1. вперше розроблено імовірнісну модель автоматичної ідентифікації видів ударів та вібрацій, з застосуванням причинно-наслідкової моделі виникнення вібрацій та теорії мереж Байєса, що враховує покази глибинних та поверхневих сенсорів і автоматично визначає вид та достовірність ударів та вібрацій під час буріння;

2. вперше розроблено модель оцінювання ресурсу роботи електронного свердловинного приладу з застосуванням методу аналогії із електронними апаратами та розрахунку коефіцієнту інтенсивності вібрацій, яка описує процес руйнування ЕСП в умовах дії різних видів вібрацій та визначає поточний ресурс роботи ЕСП;

3. вдосконалено метод ухвалення рішення в режимі реального часу та умовах невизначеності шляхом використання інформаційної моделі рішень на основі діаграм впливу, яка враховує історію усунення вібрацій, очікуваний час до кінця рейсу буріння, поточний рівень вібрацій, стан ЕСП та дає змогу у автоматичному режимі прийняти рішення про необхідність усунення ударів і вібрацій;

4. вдосконалено метод автоматичного усунення ударів та вібрацій, що враховує досвід та основні алгоритми усунення вібрацій шляхом варіації навантаження на долото та зміни частоти обертання бурової колони і дає змогу автоматично усувати удари і вібрації під час похило-скерованого буріння.

Зв'язок роботи із науковими програмами, темами.

Дисертаційна робота тісно пов'язана з планами науково-дослідної роботи Національного університету «Львівська політехніка». Дисертація безпосередньо пов'язана з планами наукових досліджень, які виконувалися в межах держбюджетних науково-дослідних робіт на кафедрі автоматизованих систем управління. Дисертаційне дослідження виконувалося в рамках держбюджетної НДР «Розроблення компонентів для синтезу інтегрованих автоматизованих систем управління» (2014-2016 рр., № держ. реєстр. 0114U001232).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність.

Підходи та методи, що запропоновані у дисертаційній роботі для створення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони під час похило-скерованого буріння глибоких свердловин є як технічно, так і науково обґрунтовані. Обґрунтованість одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у коректному використанні імовірнісної моделі автоматичної ідентифікації видів ударів та вібрацій, моделі оцінювання ресурсу роботи електронного свердловинного

приладу, методу ухвалення рішення про необхідність усунення ударів і вібрацій та методу автоматичного усунення ударів та вібрацій. Припущення, які покладені в основу теоретичних досліджень, не суперечать особливостям предметної області.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертаційній роботі підтверджуються низкою експериментальних досліджень, спостережень, апробацій результатів та впроваджень.

Практичне значення та ефективність результатів дисертаційних досліджень.

Розроблені моделі та методи інформаційної технології реалізовані у вигляді СППР ідентифікації та усунення критичних ударів та вібрацій у похило-скерованому бурінні.

Отримані моделі та методи ідентифікації та усунення вібрацій під час похило-скерованого буріння поєднують використання як імовірнісних елементів мереж Байєса, так і знання та досвід експертів в галузі буріння. Під час ухвалення рішення по усуненню вібрацій вони враховують сумісні показники поверхневих і глибинних сенсорів. Це дозволяє ухвалювати достовірні рішення при відмові одного із сенсорів системи.

Практичне значення дисертаційних досліджень підтверджується розробленою структурою та програмною реалізацією прототипу СППР ідентифікації та усунення критичних ударів та вібрацій у похило-скерованому бурінні, яка використовується в діяльності нафто- та газовидобувних підприємств.

Розроблений програмний продукт придатний для промислового використання під час буріння похило-скерованих свердловин за допомогою сучасних MWD-, LWD-, RSS-систем в режимі порадики. СППР може бути розміщена як локально – на бурових установках, так і в центрах контролю за процесом буріння, де передача даних реалізована за стандартами WITSML.

Повнота викладу результатів в опублікованих працях, апробація роботи.

Аналіз основних наукових результатів Матвійківа Т.М засвідчує особистий внесок автора щодо розроблення моделей, методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони під час похило-скерованого буріння глибоких свердловин для підвищення ресурсу роботи ЕСП.

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 16 наукових працях, серед них 1 стаття опублікована в міжнародному виданні, яке включено до міжнародних наукометричних баз, 2 статті у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз, 6 статей у виданнях, що входять до переліку фахових видань України та 7 тез у матеріалах міжнародних науково-технічних конференціях. Опубліковані

роботи в повній мірі охоплюють основні результати дисертаційного дослідження.

Оцінка основного змісту дисертації та її структури.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 120 найменувань та додатків. Оформлення дисертації відповідає основним вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт.

У **вступі** проведено обґрунтовано актуальності теми дослідження, сформульовано мету й задачі дослідження, визначена наукова новизна та практична цінність отриманих результатів.

У **першому** розділі дисертаційного дослідження проведено аналіз існуючих інформаційних технологій та систем в сучасному похило-скерованому бурінні, який показав, що в даний час існуючі системи виявлення ударів і вібрацій під час буріння мало придатні для автоматизації процесів буріння, оскільки не враховують повної інформації про процес буріння. Виділено основні інформаційні технології які можуть бути використані для розроблення СППР ідентифікації та усунення вібрацій. Аналіз наявних СППР показав, що для побудови та реалізації експертних систем більшість із них використовують апарат MBR-методів, коли використання ймовірнісного апарату мереж Байєса дає кращий результат при прийнятті рішень в умовах ризику та домінуючої невизначеності, неточної чи конфліктної інформації. За результатами проведеного аналізу визначено завдання дослідження, які потрібно виконати для розв'язання поставленої задачі, сформульованої у дисертаційній роботі.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений виявленню та класифікації основних причини та механізмів відмов електронних свердловинних приладів та визначенню найбільш суттєвих дестабілізуючих чинників, що призводять до зниження ресурсу роботи цих приладів. Ними виявилися людський та вібраційний чинники, що зумовили необхідність розроблення системи підтримки прийняття рішень, яка усуватиме вплив людського фактору при автоматичному усуненні ударів та вібрацій. Описано масштабність об'єкту дослідження та зумовлені ним особливості проведення експериментів, збору даних, та моделювання процесів буріння. Автором вперше розроблено на основі аналогій із електронними апаратами модель оцінювання ресурсу роботи ЕСП, яка в умовах одночасної дії різних видів вібрацій та дає змогу визначити його поточний ресурс роботи.

У **третьому** розділі розроблена імовірнісна модель автоматичної ідентифікації ударів і вібрацій із використанням апарату мереж Байєса та вдосконалені методи ухвалення рішення про необхідність усунення вібрацій та автоматичного усунення ударів та вібрацій під час буріння. Виявлено та описано основні інформаційні ознаки ударів та вібрацій бурової колони та досліджено вплив вібрацій на стан електронних свердловинних приладів. На їх основі розроблено причинно-наслідкову модель виникнення відповідних видів вібрацій, яка лягла в основу імовірнісної моделі автоматичної

ідентифікації ударів і вібрацій - із використанням апарату мереж Байсса. Розроблена модель дозволяє визначити достовірність відповідного виду вібрації керуючись показами як глибинних, так і поверхневих давачів. Вдосконалено метод автоматичного ухвалення рішення в режимі реального часу та умовах невизначеності шляхом використання інформаційної моделі на основі діаграм впливу. Проведено аналіз та порівняння результатів роботи розроблених методів та моделей із рішеннями що були ухвалені експертами на прикладі реального процесу буріння. У трьох із чотирьох випадках, що досліджувались, розроблена модель ухвалила аналогічне із операторами по бурінню рішення. Також в третьому розділі вдосконалено метод автоматичного усунення ударів та вібрацій, за рахунок збереження результату "успішності" в базі знань СППР, який дає змогу запропонувати на 10-15% швидше та більш ефективне рішення при наступному усуненні вібрацій.

У четвертому розділі представлено організаційні принципи побудови СППР, описано особливості розроблення інструментальних засобів автоматичної ідентифікації та усунення вібрацій під час буріння та наведено приклади програмної реалізації розроблених методів та моделей. Архітектура розробленої СППР передбачає її взаємодію із зовнішньою системою автоматизованого управління процесом буріння похило-скерованих свердловин. Використання WITSML протоколу обміну даних забезпечує швидку і зручну інтеграцію із іншими програмними продуктами. Структурна схема СППР володіє перевагами модульного підходу та включає: інтерфейс користувача, модуль захоплення даних реального масштабу часу, модуль моніторингу та управління даними, модуль реалізації моделей та алгоритмів, модуль візуалізації параметрів процесу буріння, бази даних та знань. СППР працює в режимі порадики згідно розробленого алгоритму функціонування, який забезпечує автоматичність процесу усунення ударів та вібрацій під час похило-скерованого буріння свердловин. Розроблено структуру баз даних та знань, яка полегшує доступ до даних та проведення їх аналізу завдяки розділенні на: базу даних реального часу, базу моделей і правил, базу знань експертів.

Висновки по роботі сформульовані чітко та повністю висвітлюють отримані результати.

Список літератури достатньо повно охоплює предметну область, є достатньо інформативним та відображає опрацювання автором великої кількості літературних джерел.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Дисертація та автореферат дисертації за своєю структурою, об'ємом і оформленням відповідають вимогам, які встановлені до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (Постанова № 567, від 24 липня 2013 р.).

Автореферат дисертації за змістом відповідає основним положенням, які викладено в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в основній роботі. Стиль викладення матеріалів досліджень та наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття. Наукова новизна відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології, за напрямом досліджень “Розроблення інформаційно-пошукових і експертних систем обробки інформації для прийняття рішень, а також знання орієнтованих систем підтримки рішень в умовах ризику та невизначеності як інтелектуальних інформаційних технологій”.

Матеріали дисертації викладені у чіткій логічній послідовності, на належному науковому рівні та повністю відповідають поставленій меті і задачам дослідження. Висновки роботи відповідають її змісту, обґрунтовані і підтвержені результатами дослідження.

Недоліки та зауваження до роботи:

1. у першому розділі недостатньо висвітлені особливості та недоліки існуючих інформаційних технологій, які використовуються для усунення вібрацій в процесі похилого буріння;
2. формула (2) автореферату (2.27 дисертації) описує лінійну модель руйнування ЕСП, хоча відомо, що у випадку поступового накопичення відмов більш адекватною є експоненційна залежність;
3. у п.2.7 описана одна з видів аварій, що не піддається передбаченню та яку важко вчасно виявити - це промив бурових труб. Вважаю, що спосіб застосування моделі промиву бурової колони для розробленої СППР обґрунтований недостатньо;
4. не висвітлено процес автоматичного усунення ударів та вібрацій розробленою СППР при роботі в режимі порадики, який використовується згідно із висновками роботи;
5. наведений у 4-му розділі інтерфейс користувача СППР усунення ударів та вібрацій, фрагменти коду та Середовище Hugin Lite 8.0 для розроблення моделей за допомогою мереж Байєса та діаграм впливу доцільно розмістити у додатках;
6. існують відхилення від вимог оформлення результатів дисертаційного дослідження, зокрема чомусь останній розділ називається «Заключення», невірні позначення на рис.3.5 (блок-схема алгоритму оцінювання ситуації), тощо.

Вказані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи та можуть розглядатись як рекомендації до подальших наукових досліджень та впровадження отриманих результатів в практику автоматизованих систем управління похило-скерованим бурінням глибоких свердловин.

Висновки

Дисертаційна робота Матвійківа Тараса Михайловича на тему «Інформаційні технології усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні» є завершеною науковою працею, яка розв'язує актуальне наукове завдання розроблення моделей, методів і засобів інформаційної технології автоматичної ідентифікації та усунення ударів і вібрацій бурової колони під час похило-скерованого буріння глибоких свердловин для підвищення ресурсу роботи електронних свердловинних приладів і відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

За змістом, оформленням і науково-практичними результатами дисертаційна робота задовольняє вимоги, щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук відповідно до пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, Матвійків Тарас Михайлович, заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

професор кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій

Українська академія друкарства МОН України,

доктор технічних наук, професор

О.В. Тимченко

Підпис проф. Тимченка О.В. засвідчую

Проректор з НР УАД

к.т.н., доцент

15.11.2016.



В.З. Маїк