

## Відгук

офіційного опонента на дисертацію

**Мельника Віталія Дмитровича**

### **«Інтелімедійна автоматизована система підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин»,**

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

#### **1. Актуальність обраної теми**

Згідно «Енергетичної стратегії України до 2030 року» одним з важливих факторів є впровадження нових, більш ефективних методів буріння свердловин на нафту і газ та оптимізація режимних параметрів перебігу технологічних процесів в рамках встановлених регламентів. Буріння нафтових і газових свердловин є складним не відтворюваним, нелінійним, стохастичним технологічним процесом, що в багатьох випадках супроводжується необхідністю прийняття технологічних рішень, які можуть бути оцінені з точки зору їх оптимальності та ефективності, що в свою чергу впливатиме на загальну вартість та час, витрачений на буріння окремих свердловин або розробку певного родовища, нафтогазоносного району тощо.

Відомі на сьогодні методи інтелектуальної підтримки прийняття рішень під час буріння нафтових і газових свердловин в основному базуються на використанні статистичних даних щодо відробки бурових доліт в подібних умовах, а також можливих адаптивних алгоритмів, які використовують поточні дані щодо умов буріння, в той же час не використовуючи ймовірнісні та можливісні оцінки вихідних параметрів в корегуючому контурі впливу на керовані змінні процесу буріння, що суттєво знижує адаптивність керування, що базується на експертному досвіді фахівців буріння, в тому числі в формі *інтелімедійного контенту*, а також не дозволяє в повній мірі моделювати процес навчання персоналу технологічного процесу буріння нафтових і газових свердловин з використанням тренажерів. Такі обставини надають особливої актуальності дисертаційній роботі Мельника В. Д. «Інтелімедійна автоматизована система підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин», оскільки запропонований автором метод моделювання *інтелімедійної* автоматизованої системи з виділеними основними компонентами інтелектуальної сутності дозволяє визначити структурні елементи процесу підтримки прийняття рішень при бурінні нафтових і газових свердловин шляхом введення технологічних проблем з *накладеними обмеженнями* та імплементованою релевантністю щодо умов задоволення та порушення *накладених технологічних обмежень*.

Тому, тема дисертаційної роботи, яка передбачає дослідження в напрямку створення *інтелімедійних* систем підтримки прийняття рішень при бурінні нафтових і газових свердловин є актуальною.

Актуальність досліджень підтверджується також їх зв'язком з науково-дослідними та держбюджетними програмами та планами.

Напрямок дослідження дисертаційної роботи є складовою частиною тематичного плану кафедри інженерії програмного забезпечення Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). Тематика роботи є частиною планових науково-дослідних робіт із розвитку нафтогазового комплексу України та базується на результатах виконання науково-дослідних тем: «Розробка теоретичних та прикладних концепцій застосування сучасних інформаційних технологій в нафтогазовій галузі» 2008-2012 рр. (затв. Науковою радою ІФНТУНГ протокол № 3/48 від 08.09.2008р.); «Розробка моделей, методів і алгоритмів прямого і непрямого опрацювання великих потоків даних для підтримки прийняття управлінських рішень у сфері енергозабезпечення держави» (номер державної реєстрації 0118U006795). У вищеназваних темах НДР автор був безпосереднім виконавцем робіт щодо розробки формальних моделей *інтелімедійної* системи підтримки прийняття рішень процесів буріння нафтових і газових свердловин на основі мультимедійного контенту.

#### **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукові положення, висновки і рекомендації підтверджені результатами теоретичних і прикладних досліджень, а також запропонованими алгоритмічними та програмними рішеннями, які впроваджені в нафтогазовій промисловості.

*Перший розділ* дисертаційного дослідження традиційно присвячений вибору та обґрунтуванню напрямку дослідження. Вибрана автором тема наукового дослідження присвячена проблемам інтелектуальної підтримки прийняття рішень в процесі буріння нафтогазових свердловин на основі мультимедійного контенту, що є безумовно актуальним в умовах загальної неефективності промислових технологій, які застосовуються в більшості ресурсоемних галузях промисловості України. Автор обґрунтовано підходить до вирішення даної проблеми з позиції розробки саме інтелектуальної системи на основі засобів штучного інтелекту, що відповідає загальному тренду розвитку комп'ютерних технологій промислового застосування.

Серед наукових положень, які досліджує автор особливо актуальними є розробка методів інтелектуального керування процесом підтримки прийняття рішень; формалізація процесу моделювання інтелектуальної підтримки прийняття рішень; вибір формальної основи дослідження, що базується на засобах чіткої та нечіткої логіки, а також формальних методів оперування з ймовірнісними представленнями даних в формі *кейсів даних* в рамках *абдуктивного фреймворку*.

Особливої увагу заслуговує виконаний автором ґрунтовний аналіз технології реалізації тренажерів та тренінгових систем з аналізом ключового контенту в формі методів представлення контенту технологічного матеріалу.

Таким чином в першому розділі автор в достатній мірі обґрунтовує актуальність задачі розробки *інтелімедійних* автоматизованих систем підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин.

У *другому розділі* автор опираючись на фактичні дані отримані по свердловинах вводить формальну основу дослідження для створення інтелектуальної системи, шляхом структуризації процедур отримання та обробки даних процесу буріння, використовуючи формальні засоби теорії представлення та задоволення обмежень.

Досліджуючи механізм прийняття рішення при виборі режимних параметрів буріння, автор визначає необхідність класифікації даних і вирішує дану задачу шляхом введення релевантних *кейсів даних*. Автором досліджуються різні види класифікацій на основі чітких та нечітких представлень.

Заслуговує на увагу запропонована автором рекомендація щодо застосування саме ймовірнісних представлень, оскільки вони в найбільшій мірі відповідають специфіці фактичних даних. Процес формального обґрунтування дослідження завершується введенням *абдуктивного фреймворку*, що визначає формальну основу для обробки запитів оператора технологічного процесу щодо вибору режимів буріння шляхом встановлення відповідних значень керованих параметрів.

У *третьому розділі* автор досліджує проблему моделювання процесу підтримки прийняття рішень засобами формальних представлень отриманих у другому розділі. Оскільки проєктована інтелектуальна система характеризується високим рівнем орієнтованості на знання, то вводяться засоби керування процесом підтримки прийняття рішень на основі нечітких представлень в формі *інтелімедійного контенту*, оскільки як показано в роботі, саме лінгвістичний спосіб представлення фактичних даних є найбільш природнім для оператора технологічного процесу буріння нафтогазових свердловин.

Таким чином, введені автором формальні методи інтелектуального керування базуються саме на нечітких знаннях, хоча проєктована система закладається як комплексна, тобто така, що може включати керування на основі чітких правил та правил з коефіцієнтами впевненості як доповнення до базових інструментів на основі *кейсів даних з накладеними обмеженнями*.

Автором вводяться формальні представлення, які оперують на множинах наборів керованих змінних технологічного процесу з виділенням акценту на керуючий вплив як основний елемент проєктованої системи. Введення *кейс-базованого* фреймово-продукційного підходу дозволяє окреслити в більш явній формі очікувану структуру проєктованої системи.

В кінці третього розділу автор зосереджує увагу на обґрунтуванні процедури видобування мультимедійних даних і знань при аналізі технологічних умов процесу буріння, що дозволяє визначити реальні умови технологічного процесу в яких повинна функціонувати проєктована система.

У четвертому розділі представлено результати виконаної автором розробки інтелімедійної автоматизованої системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень. Для побудови коректної оцінки рівня функціональності отриманої системи автор аналізує особливості застосування систем підтримки прийняття рішень в процесі буріння, аналізує процедури видобування даних процесу буріння, наявні застосування технік видобування даних в формі процедур класифікації, кластеризації та асоціативних правил та виділяє структуру типової інтелімедійної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при бурінні нафтових і газових свердловин. Для чіткого позиціонування ролі та місця інтелімедійної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень автор приводить оцінку застосовності класичних методів експертних систем, акцентуючи увагу на процедурі видобування знань з бази даних як основного компонента.

Автором представлена розроблена методика прийняття технологічних рішень в процесі буріння нафтових та газових свердловин на основі мультимедійного контенту. Оцінка функціональності отриманого інтелектуального рішення базується на формальних методах концепцій теорії можливостей та концепцій представлення і задоволення обмежень.

У додатках структуровано та класифіковано інтелектуальні рішення та функціональність інтелімедійної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин; представлено концептуальну схему реалізованого модуля інтелімедійної інформаційної системи підтримки прийняття рішень в нафтогазовій справі; візуалізовано діаграму класів реалізованого модуля інтелімедійної інформаційної системи підтримки прийняття рішень в нафтогазовій справі; унаочнено діаграму прецедентів реалізованого модуля інтелімедійної інформаційної системи підтримки прийняття рішень в нафтогазовій справі; подано класифіковану таблицю назв бурових установок; розміщено зображення усіх класів бурових установок використаних для реалізації модуля інтелімедійної інформаційної системи підтримки прийняття рішень в нафтогазовій справі; унаочнено схему класифікації бурового устаткування; подано приклад тесту на базі графічного контенту (робота з частинками графічного матеріалу, робота в тестовому режимі, режим підтримки прийняття рішень), а також акти про впровадження теоретичних і практичних результатів дисертаційного дослідження у виробництво та навчальний процес

В кінці першого розділу вибрано і обґрунтовано мету роботи та, у відповідності до поставленої мети, визначено задачі досліджень.

У висновках до другого розділу охоплені результати наукових досліджень щодо формалізації процесу підтримки прийняття рішень при реалізації функцій інтелімедійної автоматизованої системи.

Висновки до третього розділу достатньо повно обґрунтовують виконану імплементацію концепцій абдуктивного виведення знань на основі мультимедійних входжень.

Висновки до четвертого розділу відображають результати реалізації інтелімедійної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень в процесі буріння нафтогазових свердловин.

Загальні висновки по роботі коректні і містять основні наукові результати отримані в дисертації здобувачем.

### **3. Наукова новизна і достовірність отриманих результатів**

Основними новими і значущими результатами дисертації є розробка методу імплементації інтелімедійності та реалізація інтелімедійної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин.

Серед наукових положень, запропонованих і обґрунтованих автором, найбільш важливими є наступні:

- представлено розроблену модель та метод імплементації інтелімедійності в задачах підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин з контролем релевантності порушених та задоволених обмежень, що формують структуру процесу підтримки прийняття рішень;
- запропоновано суттєве удосконалення існуючих формальних підходів побудови інтелімедійного контенту як інформаційної основи процесу підтримки прийняття рішень

базуючись на поточному та бажаному рівні задоволення накладених обмежень та їх систем для технологічного процесу;

- автором розроблені нові формальні засоби реалізації інтелімедійного фреймворку з ваговими коефіцієнтами, що дозволяє вирішувати задачі класифікації в стратегіях впорядкування множини контенту та обґрунтування його консистентності;
- здобувачем представлено новітні підходи видобування даних і знань з ранжованою істинністю в рамках процедур абдукції з імплементацією релевантних обмежень по рівнях знань щодо технологічних операцій буріння нафтогазових свердловин.

Основні наукові результати і положення проведених досліджень є достовірні і обґрунтовані аналітично з використанням базового апарату на основі предикатної логіки, теорії чітких та нечітких множин, теорії ймовірності, теорії представлення та задоволення обмежень.

#### 4. Практична значимість наукових результатів

Практична значимість наукових результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що розроблені моделі, методи та методика, а також алгоритмічне та програмне забезпечення, побудоване на їх основі, дають змогу вирішувати задачі підтримки прийняття ефективних та раціональних рішень в процесі буріння, що відповідно підтвердило свою ефективність під час тестування отриманої *інтелімедійної* автоматизованої системи підтримки прийняття рішень на фактичних даних «Укрнафта Буріння» ПАТ «Укрнафта». Розроблена система та рекомендації з її використання, прийняті до впровадження відділом АСУ ТП підприємства «МІКРОЛ» як прототип модуля візуалізації процесу підтримки прийняття рішень на основі баз знань мультимедійного контенту у «SCADA»-системах (акт від 01.03.2016 р.) і «Укрнафта Буріння» ПАТ «Укрнафта» (акт від 15.03.2016 р.). Результати досліджень упроваджені в навчальний процес кафедри інженерії програмного забезпечення ІФНТУНГ (акт від 15.03.2013 р.) для студентів напряму підготовки 6.050103 – Програмна інженерія в дисципліні «Методологічні основи наукових досліджень в нафтогазовій галузі» та спеціальності 8.05010301 – Програмне забезпечення систем у дисципліні «Математичні методи аналізу алгоритмів».

#### 5. Повнота викладу в опублікованих працях основних результатів дисертації та їх апробація

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 26 наукових працях, в тому числі 8 статей у наукових фахових виданнях України, 2 публікації у виданнях, включених до Міжнародної науково-метричної бази SCOPUS та 16 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій. Публікації дають повне уявлення про зміст та суть досліджень, їх новизну та практичну цінність. У них висвітлено всі розділи дисертації, що вказує на достатньо повну апробацію дисертаційної роботи.

Матеріали дисертації викладені логічно та послідовно на високому професійному рівні. Основні результати і положення є змістовними і вносять вагомий вклад у галузь автоматизації об'єктів нафтогазової промисловості, шляхом впровадження *інтелімедійних* автоматизованих систем.

Рукопис дисертації та автореферат оформлені згідно встановлених вимог.

Автореферат дисертації достатньо розкриває суть дисертації, її наукові положення, результати та висновки.

Висновки приведені здобувачем по розділах та по всій роботі чітко та обґрунтовано представляють наукове і практично-промислове значення роботи.

Зміст дисертації відповідає її назві, а зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Дисертаційна робота Мельника В. Д. відповідає спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування, напрямок дослідження: «Системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності при керуванні організаційно-технічними об'єктами і комплексами різного призначення».

## 6. Зауваження

Кандидатська дисертація Мельника В.Д. не має принципових недоліків, які могли б впливати на високу позитивну оцінку роботи в цілому. Проте, під час ознайомлення з рукописом виявлені певні недоліки і зауваження щодо змісту та наповнення дисертації:

1. В рукописі дисертації наведено додатки, що містять фактичні дані в формі класифікації бурових установок, проте з основного тексту роботи не зрозуміло в якому обсязі ці дані використовує система і чи є їх достатньо для отримання повної функціональності створеної інтелектуальної автоматизованої системи.

2. Представлений автором аналіз технологій нафтогазових тренажерів в основній мірі орієнтований на правила, проте в деяких випадках автор оперує з конструкціями обмежень, які носять допоміжний характер. Потрібно було б більш чітко представити роль та функціональність обмежень в контексті даного дослідження.

3. З представлених в дисертації описів створеної автором інтелектуальної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при бурінні нафтових і газових свердловин не зрозуміло, чи дозволяє спроектована система вибирати конкретні елементи бурового обладнання в процесі буріння.

4. В роботі представлено в достатній мірі формально-логічне обґрунтування використання кейсів даних в формі кортежів керованих параметрів як основного елемента абдуктивного фреймворка, проте автор не обґрунтовує, чому саме вибрано такий підхід до рішення задач побудови інтелектуальної автоматизованої системи.

## 7. Висновок

Дисертаційна робота Мельника Віталія Дмитровича на тему «Інтелектуальна автоматизована система підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин» є завершеною науковою працею, в якій узагальнено результати виконаних досліджень, отримані нові, науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують комплекс актуальних науково-технічних задач, які полягають в розробці інтелектуальної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин на основі мультимедійних входжень. Отримані в дисертації здобувачем наукові результати є новими і мають важливе практичне значення при видобуванні нафти і газу, оскільки дозволяють підвищити ефективність процесу буріння нафтових і газових свердловин за рахунок розробленого методу імплементації інтелектуальності в інтелектуальній системі контролю процесу буріння.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною значимістю одержаних результатів дисертаційна робота Мельника В.Д. відповідає паспорту спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування та пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 року (зі змінами), а також чинним вимогам МОН України, а її автор, Мельник В.Д., заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Відгук підготував:

офіційний опонент, д. т. н., професор,  
професор кафедри програмного забезпечення  
комп'ютерних систем  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»

Л.І. Мещеряков

Підпис д. т. н., професора Мещерякова Л.І.  
«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Вченої ради  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»

Т.М. Калюжна

Відгук надіслано до спеціалізованої вченої ради ДД0.052.03  
07.09.2021р.  
Учений секретар / В. Троцюк /