

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.185.01 Інституту проблем моделювання
в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України

Вул. Генерала Наумова, 15, Київ

ВІДГУК

офіційного опонента – провідного наукового співробітника Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Чугая Андрія Михайловича на дисертацію Ковалю Олександра Васильовича «Методи та засоби комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи».

Актуальність теми дисертації.

На сучасному етапі розвитку суспільства інформація та знання вважаються унікальним нематеріальним активом, що визначає конкурентоспроможність підприємств і організацій, глибину та обґрунтованість управлінських рішень і багато інших аспектів їхньої діяльності. Наявність або відсутність необхідної інформації і знань буває вирішальним фактором у ході прийняття збалансованих рішень. Але придбання або видобуток інформації є тільки першим кроком, за яким слід її аналіз та виявлення необхідних даних з метою отримання знань. Саме тому сьогодні аналіз та аналітична діяльність, яка з ним асоціюється, перетворюються на креативний вид управлінської діяльності, без якої неможливо представити існування сучасного конкурентоспроможного підприємства.

Розвиток інформаційних технологій, в тому числі й тих, що вирішують задачі аналітичної діяльності, характеризується рядом тенденцій, які обумовлені необхідністю обґрунтованого прийняття рішення на основі всієї наявної інформації про задану предметну область. При цьому, особливостями зазначених тенденцій є: процес накопичення та використання знань про предметну область та накопичений попит вирішення завдань в програмних системах; інтелектуалізація як самих програмних систем, так і інтелектуалізація процесів прийняття рішень; структурна оптимізація алгоритмів; використання сервіс-орієнтованої архітектури при побудові програмних систем, тощо.

УПМЕ № 353
15.09.2021р

Всі зазначені процеси вимагають наукового осмислення та опрацювання, розробки нових архітектурних вирішень, включаючи й підходи до проектування, впровадження програмних систем, спрямованих на підтримку аналітичної діяльності (АнД).

Отже, дисертаційна робота Ковалю О.В. присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми дослідження, формалізації та розробки теоретичних основ та практичних засад комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності в різних предметних областях, зокрема при проектуванні складних технічних систем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Обґрунтованість одержаних результатів забезпечується: системним аналізом та урахуванням представницької кількості факторів, які впливають на вирішення наукової проблеми; обґрунтованим вибором основних положень і обмежень, прийнятих за вихідні при формулюванні часткових наукових завдань; використанням сучасного, апробованого математичного апарату, коректним добором використаних загальних і часткових показників і критеріїв, а також застосованих математичних моделей.

Зв'язок роботи з науковими програмами та планами. Дисертаційна робота виконана в рамках концепції програми інформатизації Національної академії наук України, визначеної пріоритетним напрямом згідно розпорядження № 146 від 27.02.2004 р., та за тематикою наукових досліджень Інституту проблем реєстрації інформації Національної академії наук України. Наукові результати, отримані автором, були реалізовані під час виконання таких науково-дослідних робіт: «Дослідження методів побудови аналітичної складової корпоративних інформаційно-аналітичних систем» (шифр «КІАС-2008»); «Дослідження та розробка технологій комп'ютерного моделювання інформаційно-аналітичних систем» (шифр «АСКІАС-2011»); «Дослідити та розробити технології комп'ютерного моделювання систем керування знаннями при проведенні аналітичної діяльності» (шифр «УЗОР-2014»); «Методи та засоби комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності в системах організаційного управління» (шифр «СЦЕНАРІЙ») та інших.

Наукова новизна одержаних результатів.

В рамках вирішення сформульованої науково-прикладної проблеми автором отримані такі найбільш суттєві наукові результати і положення.

1. Вперше запропоновано теоретичний підхід до комп'ютерного моделювання багаторівневих сценаріїв АнД, якій відрізняється від відомих тим, що оснований на поєднанні переваг візуального моделювання – графічної нотації BPMN (Business Process Model and Notation) з керованою моделлю і семантичного аналізу на базі онтологічної моделі предметної області задач АнД, яка конвертується з BPMN-моделі, та подальшого автоматичного перетворення метаданих BPMN-моделі в виконавче програмне середовище (серіалізації), що зменшує кількість логічних розривів

в комп'ютерній моделі побудови сценарію АнД, яка будується, та суттєво зменшує час моделювання в цілому.

2. Вперше запропоновано метод перетворення BPMN-моделі в модель уявлення про предметну область сценарію АнД мовою OWL (Web Ontology Language) - OWL-модель, якій відрізняється від відомих тим, що за рахунок забезпечення співвідношення категорії основних графічних примітивів нотації BPMN до відповідних класів онтології (сутностей) та зв'язування їх з властивостями та відношеннями між елементами реальної моделі вирішення задачі АнД в нотації BPMN дозволяє проводити семантичний аналіз коректності логічно-зв'язаних фрагментів сценарію вирішення задачі АнД та його верифікацію (особливо багаторівневих сценаріїв).

3. Вперше запропоновано інформаційну технологію конвертації BPMN-моделі в OWL-модель сценарію АнД, яка відрізняється від відомих тим, що дозволяє перетворювати метадані опису сценарію та його предметної області в базі знань, накопичуючи нові знання, що дає можливість побудови нових сценаріїв АнД на базі вже існуючих в базі знань. Для спрощення процесу комп'ютерного моделювання сценаріїв залучається графічна нотація BPMN 2, яка дозволяє не тільки моделювати сценарії АнД у вигляді BPMN-діаграм, але й серіалізувати його опис в XML-файл для реалізації сценарію в комп'ютерному середовищі із залученням стандартного програмного забезпечення BPM-систем.

4. Удосконалено математичну модель обчислення розподілу значень можливих подій сценарію та інтелектуальний метод визначення наступних подій сценарію АнД, який відрізняється від відомих тим, що на основі застосування методів машинного навчання, а саме розвитку методу навчання деревами класифікації і регресії (Classification and Regression Trees) з використанням комбінації метрик оцінок ефективності та накопичених знань про семантику предметної області для визначення кореневого вузлу графу, дозволяє виконувати формування дерева рішень для класифікації можливих наступних кроків сценарію. Це дає можливість значно підвищити точність розбиття графу складного сценарію на відповідні гілки при обчисленні ймовірності наступного кроку сценарію.

5. Удосконалено метод реалізації сценаріїв АнД на основі Web-сервісів, який відрізняється від відомих тим, що вибір сервісів засновано на механізмі порівняння параметрів їх метаописів із параметрами функціональних завдань сценарію, які задаються його метаописом, що забезпечує можливість виконання завдань кінцевого користувача шляхом динамічного формування послідовності Web-сервісів.

6. Набули подальшого розвитку процес автоматизованої побудови сценаріїв аналітичної діяльності на основі бібліотеки сценаріїв (прецедентів) для різних предметних областей. Це дало можливість в автоматизованому режимі будувати сценарії на основі експертного опису проблемних ситуацій, здійснювати деталізацію сценаріїв та розгалуження їх. У свою чергу, це суттєво зменшує часові та фінансові витрати на моделювання та реалізацію сценаріїв аналітичної діяльності.

7. Набули подальшого розвитку інтелектуальний програмний засіб, що навчається на діях користувача та на основі отриманих в процесі навчання знань представляє дії користувача у вигляді дерева рішень ймовірного сценарію аналітичного процесу, пропонуючи користувачу найбільш доцільні наступні кроки вирішення завдання аналітичної діяльності.

8. Набули подальшого розвитку трирівнева комп'ютерна моделююча система (інтегроване програмне інструментальне середовище) для тестування і оцінки запропонованого теоретичного підходу (методології) моделювання сценаріїв АнД, яка ґрунтується на запропонованих моделях, методах та алгоритмах моделювання, що дало можливість реалізувати окремі програмні інтелектуальні засоби вирішення задач аналітики для різних предметних областей аналітичної діяльності, ядром баз знань яких є знання та накопичений досвід аналітика (експерта, проектувальника). Програмні інтелектуальні засоби були використані зокрема для вирішення задачі побудови та реалізації сценаріїв моделювання процесів функціонування вимірювальної гідроакустичної системи з метою удосконалення алгоритмів обробки гідроакустичних сигналів, та сценаріїв розподілу енергопостачання з метою оптимізації енерговитрат.

Достовірність одержаних в роботі результатів підтверджується збігом результатів моделювання з наявними експериментальними даними; тим, що одержані результати мають чітке наукове тлумачення і не суперечать відомим (опублікованим) даним.

Практичне значення одержаних автором наукових результатів.

Запропоновані та створені засоби алгоритмічного та програмного забезпечення процесів моделювання сценаріїв аналітичної діяльності забезпечують комп'ютерну реалізацію та взаємодію отриманих видів моделей графічного представлення сценаріїв АнД, семантичних моделей предметної області задач аналітичної діяльності та знань про процес побудови та виконання сценаріїв АнД у вигляді адаптивної об'єктної моделі. За використанням розроблених інтелектуальних програмних засобів здійснюється автоматизована побудова сценарію АнД з урахуванням попередніх його кроків та на основі виведення по прецедентах, що вже накопичені в результаті попереднього моделювання сценаріїв АнД. Такий підхід забезпечує зменшення логічно-зв'язаних помилок та семантичної незв'язаності опису багаторівневих сценаріїв чи їх окремих гілок та тем самим призводить до суттєвого зменшення часу моделювання сценаріїв аналітичної діяльності. Це підтверджується результатами проведених імітаційних експериментів на тестових прикладах, які показали, що в залежності від кількості рівнів (кількістю рівнів 4 та 10) графу багаторівневого сценарію та кількості вузлів в рівні (кількість вузлів – 3,5,7,10 та 15) час моделювання знизився на 10–25 %.

Запропоновані комп'ютерні програмні засоби призначені для забезпечення процесів моделювання сценаріїв аналітичної діяльності в реальних системах із забезпеченням їх інтелектуалізації та адаптивності до змін предметної області завдань, що вирішує аналітична програмна система.

Розроблені в дисертації методи та засоби математичного та комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності використано при розв'язуванні ряду практичних задач. Наприклад, для вирішення задачі побудови та реалізації сценаріїв моделювання процесів функціонування вимірювальної гідроакустичної системи, а також для побудови сценаріїв розподілу енергопостачання з метою оптимізації енерговитрат.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження також підтверджується низкою актів впровадження в діяльність виробничих і наукових підприємств. Серед них, підприємство «Національний фонд розвитку», ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Символ», ТОВ «Інженерна логіка» та інші.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені у 2 монографіях та 24 наукових статтях у фахових виданнях України та закордонних періодичних наукових виданнях. За результатами апробацій на наукових конференціях опубліковано 18 публікацій. Разом із тим, 8 публікацій опубліковано у виданнях, які включено до міжнародної наукометричної бази Scopus. Для спільних наукових статей автором зазначено його особистий внесок.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення. Дисертація Ковалю О.В. представляє собою одноосібно написану кваліфікаційну наукову працю, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має достатній ступінь завершеності, структурність та достатньо логічну внутрішню цілісність та свідчить про наявний особистий внесок автора у науку.

Дисертація та автореферат написані грамотною науково-технічною мовою з використанням загальноприйнятих наукових термінів, визначень та понять, достатньо ясно та зрозуміло. Матеріали досліджень викладені логічно та послідовно. Стиль їх викладення не суперечить методології наукових досліджень. Висновки достатньо конкретні та відображають основні результати досліджень.

Дисертацію достатньо добре ілюстровано. Винесені на захист наукові результати викладено вичерпно. Використані в роботі терміни, визначення та поняття відповідають діючим Державним стандартам України.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. За структурою, змістом та оформленням автореферат відповідає встановленим вимогам та загальноприйнятому стилю його викладення. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації, у ньому достатньо повно і точно відображені основні результати досліджень, що детально подані в дисертації.

Недоліки та зауваження.

1. Під час дисертаційних досліджень автором було введено поняття сценарію аналітичної діяльності та його особливості з функціональної точки зору, але було б доцільно здійснити при цьому аналіз відмінностей сценарію аналітичної діяльності та такого поняття як бізнес-процес, визначити чому

бізнес-процес не може бути задіяним для опису аналітичної діяльності. Це важливо, тому що технологічні підходи до автоматизації бізнес процесів, особливо для операційних, вже достатньо розвинуті та впроваджені.

2. У другому розділі дисертації запропоновано для реалізації процесу комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності інтегрувати два види моделей: концептуальну модель сценаріїв та процесну модель сценаріїв. У якості концептуальної моделі автор пропонує використовувати онтологічну модель уявлення про предметну область сценарію, що задана на мові Web Ontology Language. В якості процесної моделі запропоновано Business Process Management Model. При цьому, доцільно було б навести огляд та порівняльний аналіз інших, існуючих на сьогоднішній день моделей представлення знань (класичні семантичні мережі, логічні моделі, продукційні моделі) та процесних моделей (методологія SADT, eTOM, CMMI та інші). Без такого аналізу не зрозуміло чому саме онтологічна модель та BPM-model були обрані для спрощення процесу комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності.

3. В дисертаційній роботі автором запропоновано метод перетворення BPMN-моделі процесного моделювання сценарію аналітичної діяльності в OWL-модель уявлення про предметну область сценарію. Дана модель додає семантичне пояснення та інтерпретацію аналітичних процесів. Але, на мою думку, було б доречним надати алгоритм перетворення, що значно полегшило б розуміння послідовності кроків методу.

4. У роботі запропоновано підхід для вирішення задачі забезпечення семантичної сумісності процесів моделювання кроків сценарію аналітичної діяльності, який базується на запропонованому у розділі 3 методі визначення наступних подій сценарію аналітичної діяльності. Для визначення того, чи сумісні процеси при визначенні умов переходів між кроками виконання складного сценарію аналітичної діяльності, викладено та доведено набір аксіом та теорема, що аналітично обґрунтовує умови забезпечення семантичної сумісності переходів, а також, введено специфічний семантичний медіатор, який забезпечує такі переходи. У той же час, у розділі 4 запропоновано метод реалізації сценаріїв аналітичної діяльності, який забезпечує можливість виконання завдань кінцевого користувача шляхом динамічного формування послідовності Web-сервісів, з яких складається сценарій. У роботі не описано, яким саме чином інтегруються ці два методи для побудови кінцевого сценарію.

5. Під час проведення імітаційних експериментів моделювання сценаріїв аналітичної діяльності в розділі шість дисертації досліджуються витрати на моделювання, зокрема час моделювання, який вимірюється в умовних одиницях часу. Проте, в дисертації відсутні відомості щодо умовних одиниць, та відсутня інформація стосовно тривалості виконання моделювання. Зрозуміло, що для різних процесорів буде різний час виконання тестових завдань. Але, на мою думку, така оцінка часових витрат носить суб'єктивний характер.

Однак, представлені недоліки роботи не зменшують її наукову цінність

та практичну значимість.

Висновок. Кваліфікаційна робота Ковалю О.В. на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук є завершеною науковою працею, яка містить нові наукові положення та науково обґрунтовані результати проведених автором досліджень, що в сукупності вирішують актуальну науково-прикладну проблему дослідження, формалізації та розробки теоретичних основ та практичних засад комп'ютерного моделювання сценаріїв аналітичної діяльності в різних предметних областях, зокрема при проектуванні складних технічних систем.

За актуальністю, змістом і глибиною проведеного дослідження, науковою новизною отриманих результатів, їх практичним значенням і висвітленням у друкованих виданнях, дисертаційна робота відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів", які висуваються до докторських дисертацій, а її автор, Коваль Олександр Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи».

Провідний науковий співробітник
Інституту проблем машинобудування
ім. А.М. Підгорного

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

А.М. Чугай

Підпис Чугая А.М. засвідчую

В.о. ученого секретаря
Інституту проблем машинобудування
ім. А.М. Підгорного

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник



С.В. Угрімов

« ____ » вересня 2021 року