

07-72-66/2  
17.05.2016

Прим. № 1

Ученому секретарю  
спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05  
Національного університету  
"Львівська політехніка"

вул. Професорська, м. Львів, 179013

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Оборської Оксани Володимирівни

**«Методи та засоби моделювання петлі Бойда у військових застосуваннях з  
використанням онтологічного підходу»,**

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за  
спеціальністю 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення  
обчислювальних машин і систем

**Актуальність роботи.** Автоматизація процесу управління військами (силами) – один з основних шляхів підвищення бойової ефективності військ (сил), який дозволяє забезпечити: скорочення часу, що витрачається на збір, обробку, передачу, накопичення та збереження, аналіз та узагальнення, відображення інформації; скорочення часу на вироблення та прийняття рішень; скорочення часу на доведення підлеглим (підпорядкованим) підрозділам (об'єктам) завдань (команд, сигналів, розпоряджень), часу контролю їх виконання; підвищення обґрунтованості рішень та планів на застосування сил (засобів); підвищення показників стійкості, безперервності та прихованості управління військами (силами, засобами). Тому створення та вдосконалення автоматизованих систем управління військами (АСУВ) займає важливе місце в процесі вдосконалення та модернізації збройних сил провідних країн світу.

Важливим складовим елементом сучасних АСУВ є система підтримки прийняття рішень (СППР). СППР в автоматичному та автоматизованому режимі дозволяє: аналізувати обстановку, моделювати перебіг бойових дій,



формувати близькі до оптимальних варіанти рішень та пропонувати їх як рекомендації командирам та начальникам відповідних підрозділів.

Функціонування СППР передбачає використання певної специфічної інформації для АСУВ: відстань між військами; характеристики бойових можливостей військ; прохідність місцевості (коефіцієнт супротиву руху); видимість цілі (ймовірність виявлення цілі); ймовірність знищення цілі; сектор пошуку цілі; щільність розподілу вогневих засобів по цілях противника; кількість необхідних пострілів для знищення цілі (характеристика розсіювання, захищеність цілі, відстань) тощо. Впорядкування та ефективне використання такої інформації можливе за умов побудови онтології предметної області впорядкованих та структурованих знань з використанням певної концептуалізації. Онтологія для СППР АСУВ будується на основі знань, формалізованих у бойових статутах та інших керівних документах, знань експертів щодо тактико-технічних характеристик різних видів озброєння та військової техніки, організаційно-штатної структури з'єднань, частин і підрозділів, прийомів та способів дій військ (сил) та інших знань.

Іншою важливою складовою роботи СППР є модель процесу прийняття рішення, яка покладена в основу її роботи. Найбільш розвинений та апробований на даний час підхід до моделювання процесу прийняття рішення – процесний, який передбачає розбиття процесу прийняття рішення на окремі операції (задачі), послідовно з'єднані між собою. Для конкурентного середовища, в якому застосовується СППР АСУВ (коли рішення приймаються одночасно декількома протиборчими сторонами), як модель прийняття рішення доцільним є застосування так званої петлі Бойда – методу, що ґрунтується на процесному підході, який передбачає розбиття циклу прийняття рішення на чотири етапи: спостереження (observation), орієнтація (orientation), прийняття рішення (decision), дія (action). Даний підхід до моделювання процесу прийняття рішення і був використаний здобувачем наукового ступеня.

Враховуючи поточну військово-політичну ситуацію в Україні, розвиток теорії і практики побудови АСУВ має важливе значення на сучасному етапі розбудови Збройних Сил України. Зважаючи на зазначені вище підходи та



тенденції, дисертаційна робота Оборської Оксани Володимирівни на тему «Методи і засоби моделювання петлі Бойда у військових застосуваннях з використанням онтологічного підходу» є актуальною.

Актуальність теми також підтверджується застосуванням результатів дисертаційних досліджень під час виконання планових наукових досліджень Національного університету «Львівська політехніка» (науково-дослідна робота «Розроблення інтелектуальних розподілених систем на основі онтологічного підходу з метою інтеграції інформаційних ресурсів», номер державного реєстру 0115U004228).

**Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.** Достовірність та обґрунтованість результатів дисертаційної роботи Оборської О. В. забезпечено:

ґрунтовним та глибоким аналізом результатів попередніх досліджень у галузі автоматизації підтримки прийняття рішень у конкурентному середовищі, збіганням проміжних результатів власних досліджень з результатами експериментальних та теоретичних досліджень, проведених раніше у даній галузі;

застосуванням під час досліджень апробованого науково-методичного апарату (теорії множин та методів подання знань для моделювання структури онтології та розроблення процедур опрацювання онтологічних знань; теорії дослідження операцій, ймовірностей та штучного інтелекту – для розроблення функціональності окремих модулів СППР; методів системного аналізу, методів об'єктноорієнтованого аналізу і проектування – для розроблення архітектури СППР; теорії реляційних баз даних, методів штучного інтелекту, об'єктноорієнтованого програмування – для програмної реалізації розроблених моделей, методів та алгоритмів функціонування окремих модулів СППР);

апробацією та оприлюдненням результатів наукових досліджень на 16 міжнародних та всеукраїнських конференціях, публікаціях у фахових виданнях України (5 публікацій) та виданнях, які входять у міжнародні наукометричні бази даних (1 публікація);



впровадженням результатів дисертаційних досліджень у суміжному за напрямком науковому дослідженні зі створення АСУВ тактичного рівня (що підтверджено актом впровадження у Державному підприємстві «Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут», м. Львів);

можливістю технічної реалізації запропонованих теоретичних положень у вигляді програмного забезпечення для корегування стрільби артилерії та передачі розвідувальних даних (що підтверджено актом впровадження у військовій частині А2129, м. Дніпропетровськ).

**Короткий зміст дисертації.** Дисертаційна робота Оборської О. В. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, визначено основні задачі дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено зв'язок роботи з науковими темами. Розглянуто практичну цінність та результати впровадження роботи, наведено особистий внесок здобувача та відомості щодо апробації роботи.

У першому розділі здійснено аналіз методів моделювання у військових застосуваннях з використанням онтологічного підходу. За основу для моделювання обрано модель OODA (Observation-Orientatіon-Decіsіon-Actіon), запропоновану Джоном Бойдом. Така модель передбачає багаторазове повторення петлі, яка складаються з чотирьох послідовних взаємодіючих процесів: спостереження (observatіon); орієнтація (orientatіon); прийняття рішення (decіsіon); дія (actіon). На основі такої моделі розроблено архітектуру підсистеми підтримки прийняття рішень (СППР), основною компонентою якої є база знань (БЗ). Запропоновано як ядро БЗ такої СППР використати онтологію. Розглянуто особливості розроблення методів та засобів використання онтології в петлі OODA, побудови онтології Сухопутних військ Збройних Сил (СВ ЗС) України, розроблення програмних модулів у складі СППР моделювання поведінки інтелектуального агента (тактичної ланки) у конкурентному середовищі на основі онтологій.



У другому розділі розроблено метод використання онтологій у петлі OODA, математичне забезпечення для кожного з етапів петлі. Згідно із даним методом, зміст онтології безпосередньо впливає на 2-й і 3-й етапи петлі OODA, а сама структура та наповнення онтології залежить від 1-го та 2-го етапів.

У третьому розділі розроблено онтологію СВ ЗС України, правила поведінки в певних ситуаціях на основі дескриптивної логіки та алгоритмів функціонування СППР на різних етапах петлі OODA. Також у цьому розділі розроблено алгоритми функціонування модулів розвідки, імітаційного моделювання та цілерозподілу на основі генетичного алгоритму, які входять у склад СППР. Розроблено архітектуру АСУ СВ ЗС України, центральною компонентою якої є побудована СППР.

У четвертому розділі наведено результати практичного впровадження запропонованих методів та засобів. У склад СППР входять такі модулі: збору, обробки та передачі розвідувальних даних (мобільний додаток «Military intelligence»), імітаційного моделювання перебігу бойових дій, цілерозподілу, корегування стрільби (мобільний додаток «Adjustment»).

У додатках наведено фрагменти програмних кодів модулів розробленої СППР, часткова онтологія СВ ЗС України, а також акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

У висновках наведено найбільш вагомні наукові та практичні результати, отримані в процесі виконання дисертаційних досліджень.

Виклад матеріалу у дисертаційній роботі та авторефераті логічний та послідовний, оформлення відповідає вимогам ДСТУ. Автореферат повністю відповідає дисертації, точно та лаконічно передає її зміст.

**Основні наукові результати досліджень та наукова новизна дисертації.** За результатами виконання дисертаційних досліджень були отримані такі основні наукові результати:

вперше розроблено модель петлі OODA з використанням онтологічного підходу, яку подано у вигляді автомата Мура, що дає можливість використовувати онтологічні знання під час етапів петлі OODA, що у свою



чергу дало змогу розробити архітектуру та математичне забезпечення функціонування СППР у конкурентному середовищі;

отримав подальший розвиток метод використання онтологій у конкурентних середовищах, а саме у військових застосуваннях, який передбачає визначення експертами ваг окремих елементів онтології та подання експертних знань за допомогою дескриптивної логіки, що дало змогу підвищити ефективність етапів «Орієнтація» та «Рішення» петлі Бойда під час імітаційного моделювання бойових дій та цілерозподілу;

удосконалено метод цілерозподілу за рахунок застосування генетичного алгоритму який, на відміну від існуючих методів, не містить процедур повного перебору, що дало змогу зменшити обчислювальну складність процесу пошуку оптимального цілерозподілу;

удосконалено архітектуру СППР для військових застосувань, до складу якої, відповідно до етапів петлі OODA, входять модулі збирання та обробки розвідувальних даних, імітаційного моделювання бойових дій, пошуку оптимального цілерозподілу та корегування стрільби, яка містить усі необхідні процеси для реалізації петлі Бойда та ґрунтується на онтологічних знаннях, що дало змогу реалізувати СППР у складі АСУ тактичної ланки СВ ЗС України.

**Практичне значення результатів дисертаційної роботи.** Практичне значення результатів дисертаційних досліджень полягає у такому:

на основі запропонованих та вдосконалених методів підтримки прийняття рішень у конкурентному середовищі створено програмний комплекс, який застосовується для підтримки прийняття рішень командирів тактичних ланок. Завдяки розробленому програмному забезпеченню підвищується ефективність підготовки військових кадрів, зокрема позаштатних, котрі не мають фахових знань. Завдяки автоматизації основних процедур, які реалізовані у програмному комплексі, до 30% скорочується час на прийняття рішення командиром тактичної ланки;

результати дисертаційних досліджень використано у Державному підприємстві «Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут» (м. Львів) під час виконання науково-дослідних робіт із створення моделі



прийняття рішень у перспективній автоматизованій системі управління тактичної ланки;

результати дисертаційних досліджень використано у військовій частині А2129 Міністерства оборони України (м. Дніпропетровськ) для корегування стрільби артилерії та передачі розвідувальних даних, а також для отримання стійких навичок у процесі підготовки корегувальників артилерії;

результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі в Національному університеті «Львівська політехніка» на лекційних курсах дисциплін «Теорія прийняття рішень», «Технології підтримки процесів прийняття рішень» під час підготовки студентів за спеціальністю «Системи і методи прийняття рішень».

**Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації в опублікованих працях.** Наукові результати у розгорнутому вигляді і в повному обсязі опубліковано у 23 наукових працях, серед яких 1 стаття – у закордонному періодичному виданні, 6 статей – у фахових наукових виданнях України, 16 публікацій – у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій. Хоча автором в авторефераті та дисертації помилково наведено меншу кількість власних опублікованих праць.

#### **Зауваження та недоліки:**

1. Кількість опублікованих праць здобувача, вказаних в авторефераті та дисертації, – 19, але навіть у списку літератури їх 21 (двоє тез доповідей не враховані), крім того, опублікована стаття та тези доповіді не наведено у списку літератури (тези доповідей: Литвин В. В. Використання інформаційних технологій штучного інтелекту під час розв'язування задачі цілерозподілу та його реалізація як окремого модуля в складі АСУ артилерії / В. В. Литвин, В. Л. Живчук, О. В. Оборська // Перспективи розвитку ракетних військ і артилерії Сухопутних військ : наук.-техн. конф. / Національна академія сухопутних військ. – Україна, Львів: 6 листопада 2015. – С. 72.; наукова стаття: Литвин В. В. Підхід до побудови програмного забезпечення збору, передачі та обробки розвідувальних даних / П. П. Ткачук, В. В. Литвин, В. Л. Живчук, О. В. Оборська // Військово-науковий вісник. – 2015. – Вип. 13. – С. 61-64).



2. При вирішенні задачі цілерозподілу (п.2.2.4 дисертації) чітко не визначено критерії та показники для обрання методу оптимізації, який застосовується в задачі цілерозподілу, відповідно не наведено результатів відносного порівняння ефективності методу із використанням генетичного алгоритму з іншим альтернативними методами оптимізації, окрім методу повного перебору.

3. При описі автомата Мура петлі Бойда з використанням онтологій у дисертації (рис. 2.5, стор. 73-74) та в авторефераті (рис. 2, стор. 8-9) на рисунках не наведено змінну X12 (навколишнє середовище), а також не міститься інформації про етап врахування стану власних сил та засобів.

4. При описі архітектури АСУ сухопутними військами в дисертації на рис.3.26, стор.106 не вказано місце розробленої в рамках дисертаційних досліджень СППР.

5. У таблиці з результатами оцінювання ефективності СППР (стор.127, табл. 4.9 дисертації) не вказані одиниці виміру часу.

Вказані недоліки та зауваження не знижують цінність отриманих наукових та практичних результатів, а їх наявність не впливає на загальний позитивний внесок роботи у розвиток галузі розробки та створення АСУ, призначених для функціонування у конкурентному середовищі.

**Загальний висновок та оцінка дисертації.** Кандидатська дисертація Оборської О. О. є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати і яка в цілому розв'язує актуальну наукову задачу розроблення моделей та засобів побудови СППР з використанням онтологічного підходу, що має суттєве значення для галузі розробки та створення АСУ, призначених для функціонування у конкурентному середовищі.

Кандидатська дисертація Оборської О. В. «Методи і засоби моделювання петлі Бойда у військових застосуваннях з використанням онтологічного підходу» відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05, паспорту спеціальності 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем у частині його формули та окремим



напрямам досліджень (засоби опису та аналізу предметних областей; методи і засоби подання, зберігання, пошуку даних, знань і моделей у базах даних, знань та моделей; автоматизовані системи обробки даних знань і управління в різних предметних та проблемних галузях). Основні результати роботи у розгорнутому вигляді і в повному обсязі подані в опублікованих працях, пройшли належну апробацію на наукових конференціях та семінарах. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні. За актуальністю розв'язаних задач, обсягом досліджень, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів вона відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо кандидатських дисертацій, а її автор Оборська Оксана Володимирівна заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем.

Начальник науково-дослідної лабораторії проблем інтеграції роботизованих систем до єдиної системи управління науково-дослідного відділу роботизованих систем наукового центру Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

“ 13 ” \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2016 року.

О. М. ПЕРЕГУДА

Підпис Перегуди О. М. засвідчую:  
ТВО начальник відділення особового складу та стройового



Г. В. ХМЕЛЬ