

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.255.01  
03186, м. Київ, Чоколівський бул., 13,  
Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**

завідувача кафедрою кібернетики та захисту інформації Факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
доктора технічних наук, професора Оксіюка Олександра Глібовича  
на дисертаційну роботу Семка Віктора Володимировича за темою «Методологія оптимального управління об'єктом в умовах конфлікту, обмежень та невизначеностей», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

**1. Актуальність теми дисертаційної роботи**

Поняття конфлікту є одним з засадних понять теорії технічних систем. Без рішення конфлікту неможливе існування технічних та технічних ергатичних систем.

Сучасні об'єкти і процеси управління структурно та функціонально є складними, багатомірними, характеризуються істотними взаємозв'язками своїх компонентів між собою та із компонентами зовнішнього і внутрішнього середовища систем, а також невизначеністю та конфліктністю при взаємодії в просторі існування. Технічні системи, об'єкти і процеси не можуть бути повною мірою формально (математично) описані або мають складний опис, який не може бути в повній мірі використаним при рішенні конфлікту на основі традиційних методів і підходів в умовах обмежень, невизначеностей та варіативної множини конфліктуючих сторін.

Застосування методів і підходів ситуаційного управління при рішенні конфлікту має на увазі наявність об'єкту і суб'єкту управління, а здійснення цілей управління забезпечується шляхом реалізації синтезованих стратегій управління (поведінки). Стратегії управління вибираються як варіанти або альтернативи можливих найкращих з точки зору критерію відбору або функції ціни, що відповідає принципу Белмана.

Саме тому створення концептуально нових методів та моделей інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень конфлікту в умовах обмежень і невизначеностей є *актуальною науковою задачею*.

**2. Аналіз основного змісту, наукової новизни та практичної значимості, оцінка достовірності та обґрунтованості результатів**

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, п'яти додатків та списку використаних джерел, що містить 232 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 422 аркуші, з яких основний зміст роботи розкрито на 262 аркушах.

Зміст роботи відповідає поставленому науковому завданню та сформульованим задачам. Їх рішення є суттю та змістом виконаних досліджень, які відповідають п.п. 1, 2, 3, 6 та 10 паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології й направлені на дослідження сутності процесів взаємодії варіативної кількості конфліктуючих об'єктів в просторі їх існування за умов обмежень та невизначеностей, а також розробку науково-

методичних основ, технологій та інструментальних засобів аналізу, синтезу й прийняття оптимальних рішень конфлікту шляхом синтезу траєкторій переміщення об'єкту управління за умов забезпечення його гарантованого управління.

При цьому у *вступі* автором обґрунтовано актуальність досліджуваної проблеми та висвітлено її поточний стан, чітко сформульовано мету, котра корелює з темою роботи, та деталізується у завданнях, визначено об'єкт та предмет дослідження. Визначено систему використаних в роботі дослідницьких методів та інструментів.

У *першому розділі* автором виконано глибокий аналіз існуючих методів та моделей рішення конфлікту взаємодії об'єкту управління з варіативною множиною об'єктів в просторі їх існування за умов обмежень і невизначеностей, сформульовано наукову проблему і здійснено постановку задач дослідження. При цьому значну увагу приділено проблемі визначення математичних моделей опису конфлікту взаємодії об'єктів, математичній моделі синтезу і прийняття рішень конфлікту, визначення структури системи інтелектуального управління (СІУ) об'єктом управління (ОУ) та інтелектуального перетворювача (П) СІУ ОУ. Виходячи з постановки задачі рішення конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною об'єктів (ОС) в просторі існування конфлікту – просторі спостереження (ПС), запропонована постановка задачі дискретної оптимізації на основі теоретико-множинного уявлення моделі взаємодії конфліктуючих об'єктів моделі конфлікту, семіотичної та семантичної моделей опису і аналізу повідомлень про події в ПІ СІУ, синтезу та вибору гарантованих рішень щодо управління ОУ.

Відповідно визначеним моделям запропоновано структурну схему СІУ та сформульовано наукову проблему, що підлягає вирішенню, загальну концепцію дисертаційного дослідження.

У *другому розділі* автором визначені й досліджені шляхи удосконалення процесів створення СІУ управління рішенням конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей, а саме: концепцію топологічного ситуаційного аналізу та синтезу стратегій управління ОУ при взаємодії з варіативною множиною ОС; теоретико-множинну модель (ТММ) взаємодії об'єкту управління з варіативною множиною ОС; семіотичну модель (СММ) опису повідомлень в СІУ; семантичну модель аналізу повідомлень ПІ СІУ ОУ (СМам); модель методу рішення конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС, як *NP*-повної перебірної задачі динамічної дискретної оптимізації; модель взаємодії об'єктів кібернетичного простору (КП).

Відповідно визначеним моделям ТММ, СММ, СМам й моделі методу рішення конфлікту запропоновано концепцію топологічного ситуаційного аналізу та синтезу стратегій управління об'єктом та формування системи обмежень простору спостереження.

У *третьому розділі* досліджені питання щодо особливостей формування простору рішень (ПР) конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей. Методи і урахування особливостей формування простору рішень конфлікту реалізовано за рахунок розроблення: вирішуючих правил і формальних методів визначення інформаційних множин доповнення ПР та гарантованого управління ОУ; методу формування функціонального віртуального ПР для варіативної множини ОС.

За результатами досліджень запропоновано методи та способи формування інформаційної множини комбінованого управління ОУ, простору рішень, інформаційних множин небезпечних станів ПР; відповідно рівнянням О.Ф.Філіпова розглянуто спосіб формування простору гарантованого управління динамічним об'єктом (ДО).

Цінність запропонованих моделей обумовлюється можливістю їх практичної реалізації, що дозволить отримувати чисельні оцінки множин за результатами

декомпозиції ТММ й запропонувати метод рішення конфлікту, як *NP*-повної перебірної задачі динамічної дискретної оптимізації.

У *четвертому розділі* міститься опис удосконаленої технології синтезу і вибору стратегій оптимального управління складними технічними (ТС) та технічними ергатичними системами (ТЕС) і ОУ при рішенні конфлікту їх взаємодії з варіативною множиною ОС в умовах обмежень і невизначеностей, що досягнуто за рахунок розробленого методу синтезу та вибору стратегій (траєкторій) переміщення та гарантованого управління ОУ в ПР (методу інтегрального усікання варіантів і *P*-алгоритму синтезу рішень та ланцюжків гарантованого управління ОУ в ПР).

У *п'ятому розділі* розглянуто питання перспективи застосування системи інтелектуального управління при рішенні конфлікту взаємодії об'єкту управління з варіативною множиною об'єктів спостереження в умовах обмежень та невизначеностей та наведено результати імітаційних експериментів щодо:

- удосконалення інформаційних технологій автоматизації процесів інтелектуального управління рішенням конфлікту на імітаційних моделях і гіпотетичних прикладах рішень;

- дослідження властивостей технологічних рішень за методологією оптимального управління об'єктом в умовах конфлікту.

За напрямом удосконалення інформаційних технологій автоматизації процесів інтелектуального управління рішенням конфлікту розроблені імітаційні моделі та проведені обчислювальні експерименти, що дозволили:

- провести розрахунки та отримати інформаційну множину простору комбінованого управління ОУ при взаємодії з варіативною множиною ОС; синтезований простір рішень; простір гарантованого управління динамічним об'єктом; ідентифікаційну і імітаційну модель збурень за даними спостережень фізичного явища; - дослідити імітаційну модель семіотичного опису та аналізу стану взаємодії об'єкту управління з середовищем простору спостереження;

- дослідити семантичну модель аналізу повідомлень ПІ СІУ, імітаційну модель синтезу припустимих рішень конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів, імітаційну модель синтезу припустимих рішень конфлікту за методом евристичного пошуку, часові характеристики функціонування імітаційної моделі рішення конфлікту за методом інтегрального усікання варіантів в ПІ СІУ ОУ та характеристики стійкості СІУ ОУ.

*Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації*, переконливо окреслена використанням сучасних методів аналізу і синтезу СІУ, методів математичного та імітаційного моделювання, системного аналізу та апробації (для демонстрації прикладного застосування запропонованих методів та моделей). Підґрунтям цього є застосування у дисертації основних положень методології оптимального управління об'єктом в умовах конфлікту, обмежень та невизначеностей..

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач досліджень є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків як на міжнародних, так і всеукраїнських науково-технічних конференціях та семінарах.

*Достовірність отриманих в роботі положень і наукових результатів* підтверджується результатами проведених досліджень, коректністю застосування математичного апарату, можливих припущень та формулюванням умов досліджень, а також математичному та імітаційному моделюванню процесів синтезу гарантованих рішень конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей.

Додатково достовірність отриманих результатів експериментально підтверджується проведенням досліджень та отриманими результатами на технічній науково-дослідній базі Української військово-медичної академії Міністерства оборони України, Головного центру спеціального контролю Національного центру управління та випробувань космічних засобів Національного космічного агентства України, Державного підприємства «Медичний центр безпеки дорожнього руху та інформаційних технологій» Міністерства охорони здоров'я України, Державного підприємства «Держінформресурс» Державного агентства з питань електронного урядування України, Товариства з обмеженою відповідальністю «БМС-консалтинг», Товариства з обмеженою відповідальністю «Об'єднання ЮГ»., що підтверджено відповідними актами впровадження.

**Новими науково-обґрунтованими результатами, які:**

**отримані здобувачем вперше є:**

1) метод рішення конфлікту взаємодії об'єкта управління з варіативною множиною об'єктів спостереження в умовах обмежень та невизначеностей, як *NP*-повної перебірної задачі динамічної дискретної оптимізації, який за рахунок реалізації основних підходів до рішення задач дискретної оптимізації дозволяє: *визначити* принципи рішення конфлікту великої розмірності з високим рівнем абстракції в гарантованому оціненому просторі рішень для скінченних розривних областей параметрів математичної моделі, довільній системі обмежень та варіативній множині об'єктів спостереження; *визначити* властивості методу рішення конфлікту при множинному уявленні простору рішення, множин параметрів, які визначають переміщення об'єкта управління за синтезованою траєкторією, при умові гарантованого управління в класі поліноміальних алгоритмів; *розробити* алгоритм рішення конфлікту, як задачі динамічної дискретної оптимізації;

2) метод синтезу та вибору стратегій (траєкторій) переміщення та гарантованого управління об'єктом при рішенні конфлікту, який за рахунок вперше розробленого методу інтегрального усікання варіантів, адитивного критерію та правила зупинки при виборі оптимального рішення дозволяє: *визначити* чисельне, а не аналітичне подання моделі рішення конфлікту і обмежень конфліктуючої системи; *визначити* оптимальну траєкторію переміщення об'єкта управління за умов його оптимального управління; *визначити* формалізовану структуру алгоритму, що спрощує процес рішення конфлікту; *забезпечити* *P*-час рішення конфлікту;

здобувачем було удосконалено є:

3) теоретико-множинна модель взаємодії об'єкта управління з варіативною множиною об'єктів спостереження за умов конфлікту, обмежень та невизначеностей, яка за рахунок системно-структурного та системно-функціонального дослідження явища дозволяє: *визначити* основні взаємозв'язки конфлікту з середовищем, в якому конфлікт розвивається; *визначити* характер і способи біфуркації елементів і підструктур конфлікту; *дослідити* властивості топологічності математичного простору представлення для теоретико-множинної моделі конфліктної системи; *сформувати* формальну модель конфлікту взаємодії об'єктів конфліктуючої системи в просторі спостереження; *визначити* концептуальний підхід і метод запобігання та рішення конфлікту в класі поліноміальних алгоритмів;

4) метод формування функціонального віртуального простору рішень для варіативної множини об'єктів спостереження, який за рахунок інтегрального формального множинного уявлення простору рішень дозволяє: *врахувати* невизначеність при переміщенні об'єктів спостереження в просторі рішень; *визначити* множини гарантованого управління об'єктом управління при переміщенні за синтезованою траєкторією рішення конфлікту при переслідуванні та втіканні; *визначити* напрямки переміщення інформаційних множин небезпечних станів в просторі рішення конфлікту;

*визначити* інтегральне формальне множинне уявлення простору рішень відповідно до запропонованої теоретико-множинної моделі опису конфлікту;

5) **вирішуючі правила і формальні методи визначення інформаційних множин**, доповнення простору рішень, гарантованого управління об'єктом при взаємодії з варіативною множиною об'єктів спостереження, які за рахунок формального представлення стану простору рішень дозволяють: *визначити* множину простору комбінованого управління об'єктом; *визначити* спосіб доповнення простору рішень; *визначити* спосіб розрахунку секторів небезпечних напрямків переміщення об'єкта управління; *визначити* спосіб доповнення простору рішень; *визначити* спосіб формального опису простору рішень;

**в дисертації здобувача дістали подальшого розвитку є:**

б) **методологія використання знакових моделей при теоретико-множинному уявленні конфлікту шляхом застосування семіотичної моделі опису взаємодії об'єктів**, впровадження якої за рахунок правил визначення граматик та мови опису стану об'єкта дозволило: *використати* контекстно-вільні граматики для опису мовних структур визначення ситуації взаємодії об'єктів в просторі спостереження; *забезпечити* синтез стратегій керуючих впливів в системі інтелектуального управління об'єктом при рішенні конфлікту;

7) **метод ситуаційного моделювання рішення конфлікту з застосуванням семантичної моделі опису взаємодії об'єктів**, впровадження якого за рахунок удосконалення функціональної структури системи ситуаційного управління, граматик та мови опису процесів взаємодії об'єктів дозволило: *використати* методи лексичного, синтаксичного та семантичного аналізу для синтезу ланцюжків опису подій в системі інтелектуального управління об'єктом; *забезпечити* синтез ланцюжків гарантовано оцінених керуючих впливів за синтезованими стратегіями в системі інтелектуального управління при рішенні конфлікту; *визначити* набори ланцюжків керування об'єктом управління за синтезованими стратегіями рішень конфлікту за умов обмежень, невизначеності та варіативної множини об'єктів спостереження.

**Теоретична і наукова цінність та практичне значення одержаних автором наукових результатів.** Дослідження, результати якого викладено в дисертаційній роботі, виконувалося відповідно до державних програм та планів науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, АНТК ім. О.К.Антонова, Державного агентства з питань електронного урядування України, Національного космічного агентства України, Міністерства оборони України, Державної служби зайнятості України; Служби безпеки України, Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України.

Теоретична та наукова цінність отриманих автором результатів полягає в подальшому розвитку теоретичних та практичних методів прийняття рішень з використанням методів дискретної динамічної оптимізації математичної моделі в теоретико-множинному підході (ТМП), що дозволить в подальшому отримувати більш прості процедури синтезу рішень щодо управління об'єктом при розв'язанні конфлікту взаємодії об'єктів в ПС за умов обмежень, невизначеностей та варіативної множини об'єктів спостереження.

Нові наукові результати, отримані в дисертаційній роботі, ґрунтуються на розроблених принципах і методах синтезу оптимальних стратегій поведінки складних технічних та технічних ергатичних систем при попередженні або розв'язанні конфлікту їх взаємодії за умов обмежень, невизначеності та варіативної множини об'єктів спостереження формального визначення і гарантованої оцінки параметрів простору рішення та об'єкту управління, а також автоматизації усіх супутніх цьому процесів, складають підґрунтя для вдосконалення методології оптимального управління

об'єктом в умовах конфлікту, обмежень та невизначеностей при взаємодії з варіативною множиною об'єктів спостереження в просторі спостереження й надають зацікавленим сторонам конструктивний інструмент для вирішення завдань з управління конфліктуючих складних багатомірних систем, включаючи нелінійні динамічні, в просторі спостереження, який має довільну систему обмежень.

**Оцінка мови та стилю викладання дисертації та автореферату.** Дисертація та автореферат написані грамотно, а стиль викладення в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає вимогам стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки» й у цілому забезпечує доступність їх сприйняття.

Зміст автореферату відображає основні результати роботи, які приведені в дисертації. Дисертація по тематиці і результатам відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

**Повнота викладення наукових результатів дисертації в опублікованих роботах.** Основні положення та висновки дисертаційної роботи опубліковано в 33-х наукових роботах, з яких 1 учбовий посібник, 21 наукова стаття, з яких 20 в наукових спеціалізованих фахових виданнях, затверджених МОН України і 1 стаття в міжнародному науковому журналі (13 надруковані у виданнях України, що входять до міжнародних науко метричних баз даних). Отримано 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір [24, 25, 26]. Додатково основні наукові результати відображені у 6 тезах доповідей на науково-технічних конференціях [28 - 33], 6 депонованих рукописах, 3 наукових статтях в фахових виданнях, які були опубліковані до 1992 року.

Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації. Стиль викладення автореферату в цілому забезпечує його доступність та сприйняття. В ньому чітко і лаконічно викладені наукові завдання дослідження та шляхи їх вирішення. З тексту зрозуміла наукова і практична значущість роботи, особистий внесок здобувача.

#### **Недоліки та зауваження.**

1) В Розділі 1 автором недостатньо повно розглянута сутність математичної моделі підсистеми синтезу цілі та рішень (стр. 51).

2) В Розділі 2 (стор. 101) в таблиці 2.1 вказано позначення даних про об'єкти в просторі спостереження, які є елементами мови семіотичної системи. Разом з тим з роботи незрозуміло чим визначається повнота тезаурусу мови семіотичної системи при описі стану взаємодії ОУ з ОС.

3) В дисертації не досить повно розкрито сутність практичних рекомендацій щодо впровадження отриманих автором наукових результатів.

4) В дисертації не розглянуто питання стійкості запропонованого адитивного критерію (функції ціни) при рішенні конфлікту, яка визначена в Розділі 4.

5) У тексті роботи та в авторефераті мають місце описки та інколи використовуються терміни і позначення без пояснень, які не є загальновідомими або загальноприйнятими.

Зазначені недоліки суттєво не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її наукової цінності та практичної значимості.

### **3. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам та загальний висновок**

Дисертаційна робота Семка Віктора Володимировича за темою «Методологія оптимального управління об'єктом в умовах конфлікту, обмежень та невизначеностей» є завершеним, одноосібно написаним науковим дослідженням, що:

1) являє собою системне дослідження, проведене з певною метою;

- 2) має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку;
- 3) розв'язує актуальну задачу, яка має важливу наукову і практичну спрямованість.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною значимістю одержаних результатів дисертаційна робота Семка В.В. відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – «інформаційні технології», а також вимогам п. 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами), а її автор Семко Віктор Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «інформаційні технології».

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри кібербезпеки та захисту інформації  
Факультету інформаційних технологій  
Київського національного університету імені Т.Шевченка

О.Г.Оксіук

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ  
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР  
КАРАУЛЬНА Н. В.  
16.04.2016

