

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

професора кафедри аеронавігації Інституту аеронавігації
Національного авіаційного університету
доктора технічних наук, професора Козлюк Ірини Олексіївни
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

Актуальність теми дисертаційної роботи

Проблема прийняття рішень виникає практично у всіх сферах цілеспрямованої діяльності і є принципово складною. При створенні складних систем управління виникає необхідність прийняття багатьох рішень щодо системи в цілому, а також її підсистем і елементів. Ці рішення мають технічний, організаційний і управлінський характер. Синтез та вибір неправильних, необґрунтованих неоптимальних рішень конфлікту взаємодії конфліктуючих систем та об'єктів проводить до тяжких наслідків. Таким чином, проблема рішення конфлікту - це центральна проблема управління об'єктами і системами будь-якої природи (складними і великими). При прийнятті рішень завжди враховується наявність мети (або декількох цілей), без якої немає проблеми; можливість синтезу альтернативних рішень конфлікту. Різним альтернативам відповідають різні значення функції ціни і різні траєкторії переміщення об'єкту управління щодо досягнення мети. Рішення конфлікту, як правило, пов'язано з обмеженнями і невизначеностями. Обмеження і невизначеності, як фактори, що впливають на рішення конфлікту взаємодії об'єктів або технічних систем, визначають можливість вибору дій (варіантів).

Ситуаційне управління рішенням конфлікту має на увазі наявність об'єкту і суб'єкту управління, а здійснення цілей управління забезпечується шляхом реалізації синтезованих стратегій управління, які вибираються як варіанти або альтернативи можливих найкращих з точки зору критерію відбору або функції ціни.

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

Загальна оцінка 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.

У *вступі* 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.

Перший розділ присвячений аналізу 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 (ІП) 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 конфлікуючих об'єктів моделі конфлікту, семіотичної та семантичної моделей опису і аналізу повідомлень про події в ІП СІУ, синтезу та вибору гарантованих рішень щодо управління ОУ.

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

Другий розділ присвячений визначенню і дослідженню шляхи удосконалення процесів створення СІУ управління рішенням конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей. Автором запропоновано: 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 ІП 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).

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

Третій розділ присвячено дослідженню питань особливостей формування простору рішень (ПР) конфлікту. Автором визначені методи і урахування особливостей формування ПР конфлікту 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. В результаті досліджень запропоновано методи та способи формування інформаційної множини комбінованого управління ОУ, простору рішень, інформаційних множин небезпечних станів ПР; відповідно рівнянням О.Ф.Філіппова розглянуто спосіб формування простору гарантованого управління динамічним об'єктом (ДО).

За результатами декомпозиції ТММ сформовані методи і способи чисельного уявлення множин та запропоновано метод рішення конфлікту, як *NP*-повної перебірної задачі динамічної дискретної оптимізації.

Четвертий розділ присвячений удосконаленню технології синтезу і вибору стратегій оптимального управління складними технічними (ТС) та технічними ергатичними системами (ТЕС) і ОУ при рішенні конфлікту в умовах обмежень і невизначеностей 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.

П'ятій розділ присвячений питанням перспективи застосування системи інтелектуального управління рішенням конфлікту взаємодії об'єкту управління з варіативною множиною об'єктів спостереження в умовах обмежень та невизначеностей.

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.

З метою дослідження технологій автоматизації процесів інтелектуального управління рішенням конфлікту розроблені імітаційні моделі та проведені обчислювальні експерименти, що дозволили:

- провести розрахунки інформаційної множини простору комбінованого управління ОУ; синтезувати простір рішень та простір гарантованого управління динамічним об'єктом; розробити ідентифікаційну і імітаційну моделі збурень; дослідити властивості імітаційної моделі семіотичного опису та аналізу стану взаємодії об'єкту управління з середовищем простору спостереження;

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

Обґрунтованість висновків і одержаних результатів дисертаційної роботи базується на використанні сучасних методів аналізу і синтезу СІУ, методів математичного та імітаційного моделювання, системного аналізу та апробації результатів при прикладному застосуванні розроблених методів та моделей.

Отримані автором наукові результати відповідають поставленим задачам досліджень, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією на науково-технічних конференціях та семінарах.

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується коректністю застосування математичного апарату, математичному та імітаційному моделюванні процесів синтезу гарантованих рішень конфлікту взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей, їх експериментальною перевіркою, що підтверджується відповідними актами впровадження та свідощами про авторське право на твір.

До нових наукових результатів, які в дисертаційній роботі:

1) отримані вперше, слід віднести:

- 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 гарантовано 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;

- *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;

2) удосконалені, слід віднести:

- *теоретико-множинну модель взаємодії об'єкту 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;

- *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;

- *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* множини 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;

3) дістали подальшого розвитку, слід віднести:

- *методологію 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 грамматики 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;

- *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.

Теоретичне, наукове і практичне значення результатів полягає в подальшому розвитку методів прийняття рішень з використанням методів дискретної динамічної оптимізації математичної моделі в теоретико-множинному підході, що дозволяє отримати 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 ОС.

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.

Рекомендації щодо використання наукових результатів

Теоретичні положення, що отримані в дисертаційній роботі, можуть бути розповсюджені на кінематичні, динамічні, кібернетичні і віртуальні ТС, ТЕС і ОУ Які функціонують в умовах конфлікту взаємодії з варіативною множиною ОС за умов обмежень та невизначеностей в фізичному, кібернетичному та віртуальному просторі.

Додаткового дослідження вимагають проблеми щодо визначення параметрів та характеристик функціонування СІУ ОУ в умовах конфлікту, властивостей і формалізації характеристик та невизначеностей кібернетичного простору, формалізації опису алгоритмів та ПІ СІУ в цілому.

Завершеність, стиль викладання, публікації

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. 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. Додатково основні наукові результати відображені у 6 тезах доповідей на науково-технічних конференціях³, 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 першому розділі відсутній критеріальний аналіз, який дозволив би порівняти існуючі методи рішення задачі конфлікту і довести перспективність вибраного напрямку досліджень. В роботі порівняння здійснюються або на якісному рівні, або за окремими параметрами;

2) автором ставиться задача “удосконалення технології синтезу та вибору стратегій оптимальної поведінки складних ТС та ТЕС при розв'язанні конфлікту їх взаємодії з варіативною множиною об'єктів спостереження”, але в дисертації не визначено яким чином і за яких умов запропонована технологія має взаємодіяти з штатною системою управління ОУ;

3) в дисертації не досить повно розкрито сутність практичних рекомендацій по впровадженню отриманих автором наукових результатів щодо створенні систем протиборотства в кібернетичному просторі;

4) з метою цілісного сприйняття роботи в п'ятому розділі необхідно було б більш детально розглянути структуру і взаємодію компонент інформаційної технології синтезу та вибору стратегій оптимального управління ОУ при рішенні взаємодії ОУ з варіативною множиною ОС в умовах обмежень та невизначеностей, які входять до складу ІП СІУ;

5) в розділі 4 (стр. 160) при розгляді траєкторії переміщення об'єкту введено параметр часу зміщення ОУ в ПС до початку вирішення конфлікту. Однак в роботі не визначено критерій, за яким визначається зазначений параметр часу;

6) в тексті дисертаційної роботи та в авторефераті є незначна кількість синтаксичних, орфографічних та граматичних помилок, інколи використовуються терміни і позначення, які не є загальновідомими або загальноприйнятими.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку та не зменшують наукову цінність і практичну значимість дисертаційної роботи в цілому.

Висновки

1. Дисертаційна робота Семка В.В. «Методологія оптимального управління об'єктом в умовах конфлікту, обмежень та невизначеностей» є закінченим науковим дослідженням і в цілому відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

2. Сукупність наукових положень, які сформульовані та обґрунтовані в дисертаційній роботі, має практичну цінність, що підтверджується актами про впровадження результатів.

3. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, відповідає вимогам п.п. 11, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань старшого наукового співробітника», 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 051.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри аеронавігації Інституту аеронавігації
Національного авіаційного університету



І.О.Козлюк

Підпис д.т.н., професора Козлюк І.О. засвідчую



І.О. Козлюк
засвідчую
Вчений секретар
Національного авіаційного університету

