

dical high school]. Vuzovskaya pedagogika. Krasnoyarsk: Verso, 477.

8. Zmeev, S. I. (2002). Tekhnologiya obucheniya vzroslykh [Adult learning technology]. Moscow: Publishing Center "Academy", 126.

9. Skakyn, V. A. (2007). Organizaciya I metodika professionalnogo obycheniya [Organization and methods of professional studying]. Moscow: Forum: INFRA, 336.

10. Romanchuk, A. A. (2003). Menedzhment okhrani truda [Labour safety management]. Kyiv: Osnova, 176.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Нижник О. В.
Дата надходження рукопису 19.08.2016*

Pahomov Roman, PhD, Associate Professor, Department of engineering management and technology and occupational safety, Yuri Kondratyuk Poltava National technical University, Pershotravneviy ave., 24, Poltava, Ukraine, 36000, E-mail: pahomov_ri@mail.ru

Dyachenko Eugeny, PhD, Associate professor, Department of engineering management and technology and occupational safety, Yuri Kondratyuk Poltava National technical University, Pershotravneviy ave., 24, Poltava, Ukraine, 36000, E-mail: eugeny1210@gmail.com

Zyma Oleksandr, PhD, Associate professor, Department of engineering management and technology and occupational safety, Yuri Kondratyuk Poltava National technical University, Pershotravneviy ave., 24, Poltava, Ukraine, 36000, E-mail: zymaee@gmail.com

УДК 681.5(042.3)

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.78581

ТОПОЛОГІЧНИЙ СИТУАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ СТРАТЕГІЙ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ В УМОВАХ КОНФЛІКТУ, НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОВЕДІНКИ ТА ВАРІАТИВНОЇ МНОЖИНИ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

© В. В. Семко

Розглянуто конфлікт взаємодії об'єктів в просторі спостереження як цілісне явище з певним розмаїттям типів зв'язків між його елементами, об'єктами, системами, зовнішнім середовищем, що зведені в єдину теоретичну концепцію та різнобічно і глибоко визначають реальні особливості об'єкта досліджень. При дослідженні використано методологію системно-структурного аналізу конфлікту, як дослідження явища в цілому, та системно-функціонального аналізу, як дослідження з метою визначення усіх основних взаємозв'язків із зовнішнім середовищем

Ключові слова: конфлікт, об'єкт, простір спостереження, концепція, аксіома, система інтелектуального управління, модель

The conflict of cooperation of objects is considered in observation space as integral phenomenon with the certain variety of types of connections between its elements, objects, systems and environment that erected in a single theoretical conception and comprehensively and deeply determine the real features of object of researches. Methodology of system-structural analysis of conflict is used as research of the phenomenon in the whole and system-functional analysis as research with the aim of determination of all basic intercommunications with an environment

Keywords: conflict, object, observation space, conception, axiom, intellectual management system, model

1. Вступ

В загальному випадку під конфліктом розуміють ситуацію, в якій кожна зі сторін намагається зайняти позицію несумісну з інтересами іншої сторони.

При аналізі конфліктів в технічних системах [1–5] конфлікт визначається як взаємодія об'єктів (технічних систем), що мають несумісні цілі і способи їх досягнення, діяльність яких так чи інакше пов'язана з постановкою і рішенням завдань управління, з прогнозуванням і прийняттям рішень, а також з плануванням цілеспрямованих дій.

Дослідження та аналіз поведінки об'єктів (учасників) конфлікту здійснюється за методологією системного аналізу, як напрямку методології наукового пізнання, в основі якого лежить розгляд об'єктів як систем. При дослідженні конфлікт розглядається як цілісне явище з певним розмаїттям типів зв'язків між

його елементами, об'єктами, системами, зовнішнім середовищем, тощо, які мають бути зведені в єдину теоретичну концепцію, що різнобічно і глибоко відбиває реальні особливості явища конфлікту, яке досліджується [3, 4, 5–9].

При дослідженні конфліктів в технічних системах доцільним є застосування:

– системно-структурного аналізу конфлікту, як дослідження явища в цілому, яке складається з системи підструктур, які, у свою чергу, складаються з елементів, і в якості підсистем входить в систему більш високого рівня;

– системно-функціонального аналізу конфлікту, як дослідження з метою визначення всіх основних взаємозв'язків конфлікту із зовнішнім середовищем, в якому конфлікт розвивається, у виявленні характеру і способів впливу одних елементів і підструктур конфлікту на інші (біфуркації).

Для досліджень доцільним є використання інтегрально-топологічних методів аналізу складних нелінійних систем, які базуються на використанні математичних моделей опису властивостей динамічних процесів, пов'язаних з об'єктами як системами. При цьому під інтегрально-топологічними методами розуміють сукупність методів, які базуються на аналітико-комп'ютерних методах, методах нелінійної інтегральної інваріантності, що призначені для одержання топологічних структур просторів спостереження, поведінки та рішення для синтезу та вибору управління об'єкту управління (ОУ).

Надалі при дослідженні методів синтезу та вибору рішень по управлінню об'єктом в умовах невизначеності будемо розглядати оптимізаційні методи та структури ОУ, в яких ці методи управління конфліктом можуть бути реалізовані.

В якості методів дослідження застосуємо методи функціонально-структурного аналізу, методи опису топологічних простору пошуку, станів та рішень, методи ситуаційного управління щодо опису моделі взаємодії об'єктів в просторі спостереження та синтезу стратегій (рішень), а також вибору рішення в просторі рішень за умов конфлікту та невизначеності.

Інтегрально-топологічні методи дослідження та аналізу складних нелінійних систем в ПС дозволяють виявити характеристики взаємодії моделі ОУ та об'єктів спостереження (ОС), які включають параметри безпечного розв'язання конфлікту при синтезі та виборі рішень з врахуванням невизначеності [5, 7, 8, 10], а саме:

- значення припустимої дистанції зближення ОУ з ОС;
- координати ОС в просторі спостереження (ПС);
- інтервали часу спостереження ОС в ПС;
- опис границі ПС в просторі існування конфлікту (координати вершин ламаних ліній границь простору спостереження);
- координати цільової точки переміщення ОУ в просторі спостереження;

- обмеження кінематичних характеристик ОУ та ОС;
- обмеження динамічних характеристик ОУ та ОС;
- наявність гарантованого управління ОУ в просторі рішення (ПР);
- цілі переміщення ОС.

Зазвичай вирішення задачі взаємодії ОУ з множиною ОС в ПС породжує збільшення розмірності моделі процесу управління і, як наслідок, поліноміальне збільшення складності адекватного до моделі процесу управління, тобто

$$N = \frac{(m+1)^2}{2},$$

де N – кількість часткових задач управління, m – мірність вектору фазових характеристик ОС; n – кількість ОС. В такому разі збільшується час розв'язання задачі конфлікту, що може призвести до ефекту "доміно" та неконтрольованому зростанню часу обчислень.

Виходячи з наведених міркувань, можна зробити висновок про те, що інтегральне врахування складності моделі взаємодії ОУ з множиною ОС в ПС приводить до лінійного збільшення складності, а саме отримуємо $N=(m+1)n$. Ці міркування складають сутність підходу до розрахунку та формування ПР, як підпростору ПС, при вирішенні задачі конфлікту, що дозволяє достатньо просто врахувати топологічну складність конфлікту. Такий підхід отримав назву метод інтегрального усікання варіантів [5, 9, 11, 12].

Об'єкт дослідження – методи та моделі функціонування програмних та апаратних компонент системи інтелектуального управління (СІУ) ОУ рішення конфлікту в довільному топологічному ПС за умов невизначеності та варіативної множини ОС.

Слід зазначити, що ПС є топологічним, має складну структуру і за сутністю може бути ототожнений з простором спостереження та пошуку для задач пошуку та переслідування. До множини ПС відносяться ПР, простір небезпечних станів ПР в якості підмножин (рис. 1).

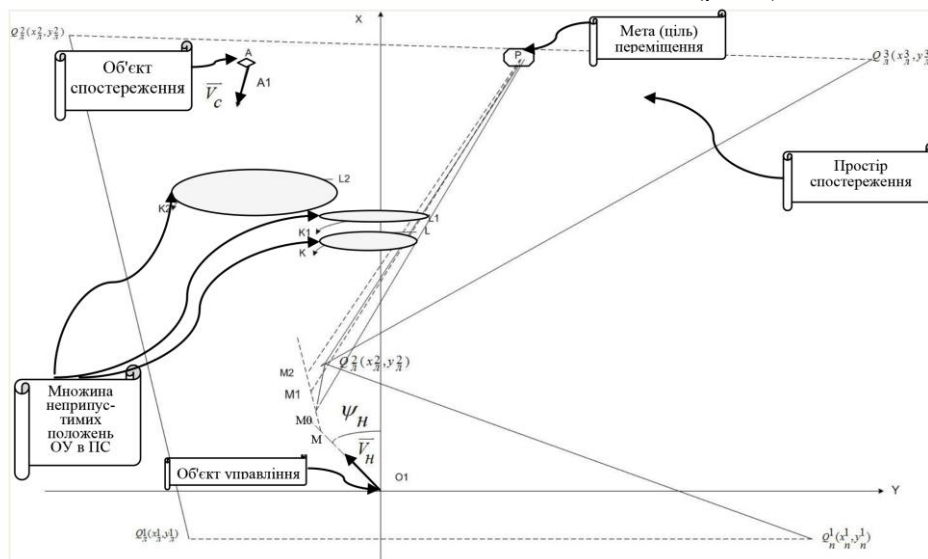


Рис 1. Простір спостереження

В ПС визначені елементи, які є похідними та визначеними при аналізі похідних даних. Врахування обмежень та множин небезпечних станів в ПС визначає ПР.

2. Аналіз літературних даних

Конфліктно-керовані процеси, що описуються звичайними диференціальними рівняннями, були досліджені Р. Айзексом і отримали назву диференційних ігор.

Становлення теорії диференційних ігор зв'язане з такими вченими, як М. М. Красовського [13], Л. С. Понтрягіна [14], Б. Н. Пшеничного [15], В. М. Кушнєвича [16], А. О. Чикрія [17] та інших вчених.

При розгляді підходів до розв'язання конфліктно-керованих процесів сучасна теорія управління пропонує методи, які дозволяють вирішувати задачу запобігання та розв'язання конфліктів без використання математичного апарату теорії ігор [3, 9, 18–20], а саме – методи ситуаційного управління [situational management].

Дослідження за напрямком ситуаційного управління були започатковані В. Н. Пушкіним і Д. О. Поспеловим [20]. Ці дослідження одним з нових напрямів створення систем прийняття рішень і управління в умовах конфлікту. Зasadними для ситуаційного управління конфліктно-керованими процесами є інформаційні системи на основі штучного інтелекту та знань, які дозволяють синтезувати стратегії, приймати рішення та здійснювати управління об'єктом на основі предметних знань за умов невизначеності похідних даних та обмежень.

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що методи ситуаційного управління використовуються для вирішення складних задач дослідження операцій, які відносяться до класу задач упорядкування. Основною особливістю методів ситуаційного управління є те, що детальний опис множини ситуацій, що складаються в процесі функціонування реального об'єкту, за певними правилами замінюють макроописами узагальнених ситуацій, кожна з яких з достатньою вірогідністю визначає одне з можливих рішень задачі. Така заміна дозволяє істотно скоротити перебір варіантів рішень та прискорити пошук оптимального.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення аксіоматики, розробка та обґрунтування топологічних та технологічних рішень щодо структурної схеми СІУ ОУ та визначення структурної схеми квазілінійної технічної системи (ТС) або технічної ергатичної системи (ТЕС).

В межах поставленої мети було поставлено такі задачі:

1. Визначити аксіоматику представлення формального опису конфлікту в СІУ ОУ.

2. Розробити концептуальний підхід до алгоритмічного забезпечення СІУ.

3. Розробити концепцію топологічного ситуаційного аналізу та синтезу управління ОУ в умовах конфлікту, невизначеності поведінки та варіативної множини ОС при довільних обмеженнях ПР.

4. Розробити загальну структурну схему СІУ ОУ.

5. Визначити функціональні задачі, які вирішуються СІУ та методи їх вирішення.

6. Визначити метод і модель визначення стійкості СІУ ОУ з врахуванням алгоритмічної структури регулятора, який функціонує за законом управління, що визначений алгоритмом синтезу стратегій рішення конфлікту.

4. Матеріали та методи досліджень

Для подальших міркувань введемо певну аксіоматику.

Аксіома 1. ПС є незамкненою, неопуклою довільною множиною позицій ОС та ОУ.

Аксіома 2. Множина ОС є відкритою.

Аксіома 3. З позицій класичної механіки ПР та замкнена множина ОУ і ОС являє собою повну замкнену динамічну систему об'єктів.

Аксіома 4. Кожний об'єкт в ПС являє собою матеріальну точку з власною масою.

Аксіома 5. Система, яка утворена відкритою множиною ОС в ПС є неоднорідною. ОС в ПС мають різні пріоритети, що враховується в дистанції припустимого зближення з ОУ та невизначеністю при переміщенні ОС.

Аксіома 6. Система, яка утворена відкритою множиною ОС в замкненому ПР, є однорідною. ОС в ПР мають рівні пріоритети.

Аксіома 7. Обмеження ПС розглядаються як щільна сукупність ламаних ліній без маси.

Аксіома 8. Початкові позиції об'єктів в ПР не мають маси, а самі об'єкти є кінематичними.

Аксіома 9. Цільові позиції ОС в ПС є невизначеними і їх позиції в ПС визначаються прогнозованими траєкторіями.

Аксіома 10. Цільова позиція ОУ в ПС початково визначається і є незмінною при синтезі стратегій поведінки.

Аксіома 11. Кінематичні характеристики динамічних ОС визначаються параметричними характеристиками реальних об'єктів ПС, а також фізико-механічними властивостями реального ПС.

Аксіома 12. Еволюція функціонального стану ОС залежить від його цільового функціонування, характеру топології траєкторій переміщення і визначає інтервали життєвого циклу об'єкта в ПР.

Виходячи з положень аксіоматики, визначається послідовність кроків методу рішення конфлікту, структура та функціональні можливості, а також сутність дослідження стійкості СІУ ОУ.

5. Результати досліджень

5.1. Метод рішення конфлікту

Слід зазначити, що множини неприпустимих положень ОУ в ПС мають властивості переміщення (рис. 1), що послідовно вказано за напрямками \overline{LK} , $\overline{L_1K_1}$, $\overline{L_2K_2}$. Тобто простір неприпустимих положень ОУ в ПС має власні динамічні та кінематичні властивості, що дозволяє розглядати процес рішення задачі конфлікту, як динамічний процес.

Переміщення ОУ можна розуміти як екзогенні прояви у вигляді переміщення внаслідок перебудови

переваг, які в свою чергу залежать від того, що діється з ОУ в екзогенному просторі.

Мета (ціль) переміщення ОУ задається ОПР. На рис. 1 ціль позначена точкою P . Фактично точка P є центром мас деякої множини, яка за аксіомою 8 не має маси.

При переміщенні ОУ та ОС створюють в ПС підпростори (множини) неприпустимих положень ОУ. За своєю сутністю ці множини є місцями точок в ПС, в яких при незмінній стратегії переміщення ОУ буде здійснене зближення з ОС на відстань меншу припустимої. Слід зазначити, що ПС в процесі переміщення ОУ змінюються в розмірах, а також переміщуються в просторі. Тобто мають змінні розміри і кінематичні характеристики. Маса ПС визначається масою ОУ та ОС, які створюють ПС.

При довільній кількості ОС ПС створюються кожною парою ОУ та ОС. Позначимо для i -го ОС в ПС як σ_i .

Тоді для довільної кількості n ОС маємо інтегральний опис ПС

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n \sigma_i.$$

ПР формується як множина в ПС ОУ шляхом виділення деякої його частини, як множини точок простору H , яка обмежена замкненою границею G Тобто

$$\Theta = H \cap \Omega,$$

де Θ – ПР, H – ПС.

Таким чином синтез та вибір рішення не залежить від кількості ОС.

При переміщенні ОУ в цільову точку P траєкторія переміщення може мати довільну кількість елементів.

Виходячи з динамічних і кінематичних властивостей ОУ, а також стратегії управління, для ОУ обирається кількість елементів траєкторії переміщення. В прикладі на рис. 1 стратегії управління мають шість елементів, для кожного з яких обираються значення кінематичних параметрів (модуль швидкості переміщення ОУ та напрямком переміщення) при переміщенні по елементу траєкторії.

На першому елементі траєкторії здійснюється синтез стратегій та вибір рішення щодо управління ОУ. В точці M траєкторії розраховується ПНП, який позначено кінцевими точками секторів небезпечних напрямків переміщення СННП (LK). За розрахунком СННП маємо напрямком переміщення \overline{LK} . При переміщенні в точку M_1 перерахований СННП позначений кінцевими точками (L_1K_1), а напрямком переміщення $\overline{L_1K_1}$. Тобто при лінійному прогнозі переміщення ОУ, незмінній траєкторії та параметрах переміщення ОС (початково знаходиться в точці A) СННП зміщується в напрямку безпечного переміщення ОУ в кінцеву точку траєкторії переміщення. При цьому динаміка переміщення інформаційної

множини небезпечних станів ПР (ІМНСПР) є додатною (зміщується в бік відкриття напрямку переміщення ОУ в кінцеву точку елемента траєкторії).

Зміна напрямку переміщення ОУ в точці M_1 дозволяє вирішити задачу попередження конфлікту при переміщенні в цільову точку P .

В разі зміни напрямку переміщення в точці M_2 розраховується ІМНСПР, який позначений кінцевими точками СННП (L_2K_2), а напрямком переміщення визначається вектором $\overline{L_2K_2}$. Для незмінної траєкторії переміщення ОС динаміка переміщення ІМНСПР зберігається. В разі зміни напрямку переміщення ОУ в точці M_2 отримуємо траєкторію безконфліктного переміщення ОУ, яка не є провокуючою.

Стратегія вирішення задачі конфлікту взаємодії об'єктів в ПР, яка обирається, є багатоелементною. Крім напрямків зміни траєкторії переміщення ОУ необхідно обрати швидкість переміщення з діапазону припустимих для ОУ. Таким чином в двомірному евклідовому просторі маємо стратегію, яка забезпечує синтез багатоелементної траєкторії переміщення ОУ при вирішенні задачі конфлікту. В даному випадку маємо шестиелементний варіант рішення, який на кожному елементі траєкторії переміщення має кінематичні параметри швидкості та напрямку переміщення, які є припустимими, враховують динамічні властивості та забезпечують гарантоване управління ОУ.

В загальному випадку ІМНСПР має масові, динамічні та кінематичні характеристики. В такому разі при управлінні ОУ маємо можливість впливу на переміщення ІМНСПР, що означає зміну стану ПР для ОУ (керування станом ПР).

Слід зазначити, що у випадку переміщення ОУ в двомірному евклідовому топологічному просторі, маємо екзогенні координати (x, y) ОУ для випадку незв'язаною системи координат (зазвичай при вирішенні задач пошуку чи переслідування задача конфлікту вирішується в зв'язаній ортогональній системі координат, одна вісь якої співпадає з будівельною чи іншою характерною віссю ОУ, а початок координат співпадає з центром мас ОУ – точковим об'єктом). Слід мати на увазі, що закони механіки в екзогенному просторі виконуються повністю, а координати (x, y) ОУ є миттєвими координатами.

При управлінні ОУ маємо можливість обирати управління довільним способом в залежності від обраної стратегії управління в просторі комбінованого управління об'єктом (ПКУО), який визначає можливість безконфліктного переміщення ОУ за елементами синтезованої траєкторії, а не саме спосіб гарантованого управління.

При використанні методів ситуаційного управління до ТС та ТЕС визначають канонічні переваги щодо певних рішень в ПР, які слідує з запропонованої множини стратегій (рис. 2) що співпадає з функціональним складом модулів СІУ конфліктом.

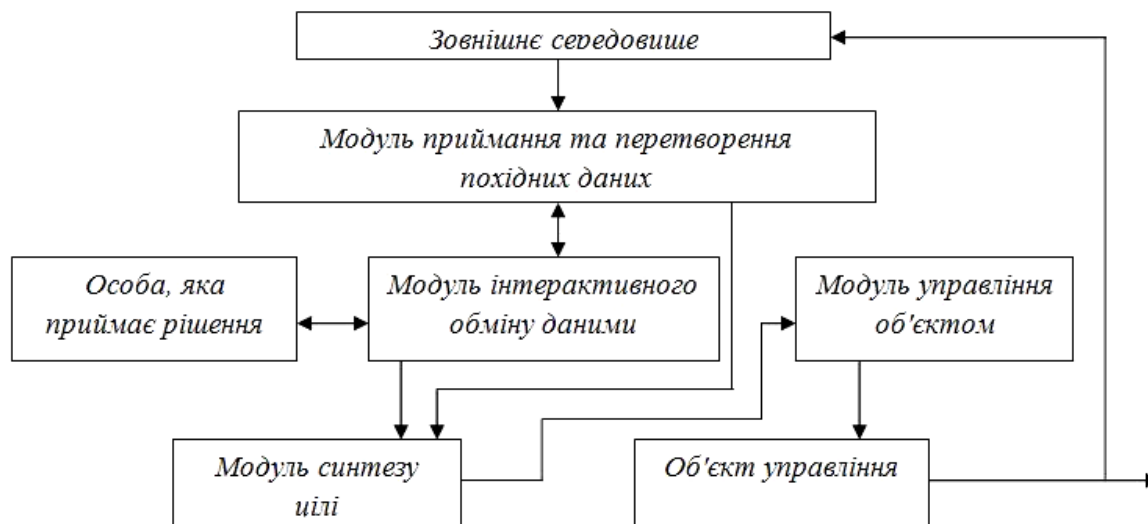


Рис. 2. Структурна схема системи ситуаційного управління конфліктом

Для ТЕС особа, що приймає рішення (ОПР) задає цілі (мету) переміщення ОУ та обирає стратегію управління. В такому разі через модуль інтерактивного обміну даними та інтелектуальний модуль синтезу цілі управління ОУ засобами модуля управління об'єктом реалізується стратегія рішення конфлікту. Таким чином СИУ забезпечує безконфліктне переміщення ОУ в ПР засобом найбільш прийнятним до поставленої ОПР цілі.

Таким чином визначається концепція топологічного ситуаційного аналізу та синтезу управління об'єктом в умовах конфлікту, невизначеності поведінки та варіативної множини об'єктів спостереження при довільних обмеженнях ПР.

5. 2. Система інтелектуального управління об'єктом

ТС або ТЕС, яка знаходиться в стані конфлікту, має в своєму функціонуванні забезпечувати вимоги цілісності поведінки, що обумовлено варіантами рішення задачі конфлікту, які синтезуються. Тобто рішення, які синтезуються та обираються повинні бути такими, що можуть бути здійснені відповідно технічних властивостей ОУ.

Таким чином, при вирішенні конфлікту взаємодії об'єктів в ПС стратегії управління повинні бути можливими до реалізації в ПР, який враховує можливість здійснення обраного рішення із синтезованої множини стратегій за умов забезпечення цілісності і ціледріяжності та гарантованого управління ОУ.

Виходячи з структурної схеми СИУ конфліктом, визначимо структурну схему СИУ ОУ (рис. 3), в якій реалізовано підходи щодо синтезу та вибору рішень конфлікту, а саме підсистему синтезу цілі та рішень.

На структурній схемі СИУ ОУ (рис. 3) всі похідні дані про ОС, ОУ та ПС надходять в модуль приймання та перетворення похідних даних, а саме до функціональних складових апаратно-програмних засобів введення похідних даних. Зазначені апаратно-програмні засоби включають до свого складу: датчики сигналів щодо стану зовнішнього середовища,

датчики сприймання даних про ОС, датчики характеристик переміщення ОУ, датчики контролю стану ОУ, датчики та засоби контролю за функціональним станом ОУ та систем СИУ, перетворювачі похідних даних в цифрові (бінарні) значення похідних даних та параметрів, засоби передачі похідних даних.

Обчислювальне середовище попередньої обробки похідних даних модуля приймання та перетворення похідних даних фактично є апаратно-програмним комплексом, який, як правило, є окремою функціональною одиницею в складі СИУ. Програмні засоби модуля призначені для розпізнавання та виділення ОС, супроводження переміщення об'єкту при наявності або відсутності даних про ОС, фільтрацію похідних сигналів (даних) та формування даних про місце знаходження ОС в ПСП.

Обчислювальне середовище вторинної обробки похідних даних модуля приймання та перетворення похідних даних призначено для розрахунку векторів швидкості переміщення та прискорення ОУ та ОС, невизначеності при супроводженні переміщення ОС, розрахунок прогнозованої траєкторії переміщення ОС.

Апаратно-програмні засоби відображення похідних даних модуля приймання та перетворення похідних даних здійснюють підготовку вихідних даних для відображення засобами модуля інтерактивного обміну даними.

До складу апаратно-програмних засобів модуля інтерактивного обміну даними входить модуль апаратно-програмних засобів введення/виведення мультимедійних даних та апаратно-програмних засобів інтерфейсу обміну даними. Модулі призначені для забезпечення мультимедійних функцій інтерактивного обміну похідною та проміжною інформацією в процесі синтезу та вибору рішення, визначення мети переміщення ОУ, уточнення характеристик взаємодії конфліктуючих об'єктів, обмежень ПСП, а також інтерфейсу взаємодії з СИУ.

Для технічної ергатичної системи модуль інтерактивного обміну даними забезпечує виконання вимог до інтерфейсу взаємодії ОПР з ОУ.

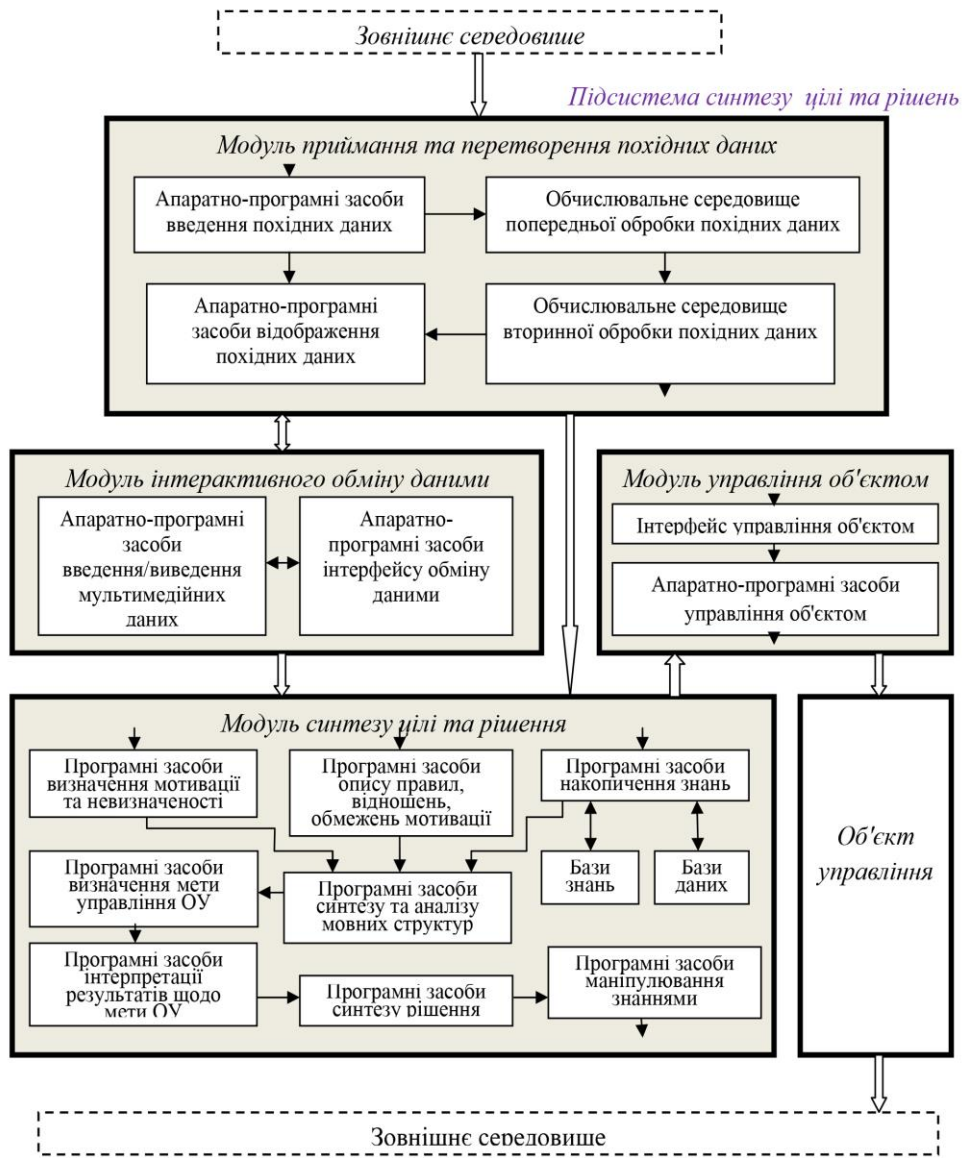


Рис. 3. Структурна схема СІУ ОУ

Модуль синтезу цілі та рішення вміщує програмні компоненти, бази даних та бази знань, які реалізують алгоритми синтезу стратегій управління та вибору рішень СІУ. Похідні дані для функціонування модуля формують ПЗ визначення мотивації та невизначеності, ПЗ опису правил, відношень, обмежень мотивації та ПЗ накопичення знань.

ПЗ визначення мотивації на похідних даних від модуля інтерактивного обміну даними у відповідності до заданої цілі переміщення ОУ, прогнозу переміщення ОС, заданої системи обмежень ПС та невизначеності переміщення ОС дозволяють розпізнати стан конфлікту взаємодії об'єктів в ПС. Відповідно до моделі опису конфлікту для ОС розраховуються значення припустимого зближення ОУ з ОС, які є засадними при синтезі ланцюжків стратегій вирішення конфлікту та вибору оптимального рішення.

Програмні засоби (ПЗ) опису правил, відношень, обмежень мотивації фактично забезпечують основні засадні підходи щодо розрахунку ПКУО, СННП та ознак приналежності елемента траєкторії і

напряму переміщення ОУ до ПР, а також синтезу та аналізу структури та змісту згенерованих описів та ланцюжків синтезованих стратегій описів мови $L(\Gamma_{np})$, граматиці Γ_{np} та правилам P . Правила, відношення і обмеження мотивації в такому сенсі поділяються на дві основні групи: сталі і такі, що керуються даними. Останні є сутністю функціонування системи синтезу стратегій управління з використанням мовних абстракцій та синтезованих ланцюжків альтернативних стратегій для використання в алгоритмі евристичного пошуку.

ПЗ накопичення знань з відповідними базами даних та структурованими базами знань дозволяють здійснювати синтез стратегій за інформаційним образом ПС. В такому разі можна оцінювати стратегію рішення, як можливу з певною ймовірністю отримання позитивного результату. Слід зауважити, що ПЗ накопичення знань не дозволяють здійснювати продукцію нових знань. Отримані в процесі функціонування СІУ знання в вигляді правил, відношень та словників додаються в процесі використання в відпо-

відні бази даних та бази знань, що дозволяє узагальнювати досвід використання СІУ в окремих галузях діяльності та при вирішенні конфліктів в ТС та ТЕС.

За результатами функціонування ПЗ визначення мотивації та невизначеності, ПЗ опису правил, відношень, обмежень мотивації та ПЗ накопичення знань в автоматичному режимі формують повідомлення на внутрішній мові СІУ, якою є мова $L(\Gamma_{np})$. Ці повідомлення є похідними для ПЗ синтезу та аналізу мовних структур.

ПЗ синтезу та аналізу мовних структур вміщують засоби побудови таблиці лексем, лексичний аналізатор та синтаксичний аналізатор. Семантичний аналізатор для аналізу та синтезу мовних ланцюжків СІУ не потрібен. Структура запису лексем, ідентифікаторів та утворення речень опису взаємодії об'єктів в ПС визначається за формою Бекуса-Наура.

Визначення мети управління здійснюють ПЗ синтезу ланцюжків ціледосягаючого гарантованого управління ОУ, як альтернативних рішень конфлікту переміщення ОУ з врахуванням прогнозу та динаміки переміщення ОС в ПР.

ПЗ інтерпретації результатів щодо мети (цілі) переміщення ОУ дозволяють відібрати тільки ті синтезовані стратегії управління ОУ, за якими може бути досягнута мета (ціль) його переміщення в ПР, виходячи з наявних можливостей гарантованого управління згідно критерія оптимальності та правила зупинки.

Обрати та оцінити відібране рішення по управлінню ОУ серед множини альтернативних за критерієм забезпечують ПЗ синтезу рішення.

ПЗ визначення мети управління, інтерпретації результатів щодо мети (цілі) переміщення ОУ та синтезу рішення є частками алгоритму методу інтегрального усікання варіантів при синтезі стратегій та виборі рішення щодо управління ОУ в умовах обмежень та невизначеності.

Врахуванням досвіду, який накопичився впродовж використання СІУ при синтезі рішення щодо вирішення конфлікту, забезпечується ПЗ маніпулювання знаннями.

За результатами функціонування системи синтезу цілі та рішень за допомогою апаратно-програмних засобів модуля управління об'єктом здійснюються функції управління переміщенням ОУ по траєкторії в ПР згідно обраній стратегії рішення конфлікту.

6. SWOT-аналіз результатів дослідження

В результаті дослідження була визначена аксіоматика представлення формального опису конфлікту в СІУ ОУ; розроблено концептуальний підхід до алгоритмічного забезпечення СІУ; розробити концепцію топологічного ситуаційного аналізу та синтезу управління ОУ в умовах конфлікту, невизначеності поведінки та варіативної множини ОС при довільних обмеженнях ПР; розроблено загальну структурну схему СІУ ОУ; визначено функціональні задачі, які вирішуються СІУ та методи їх вирішення.

Strengths. Інтегрально-топологічні методи дослідження та аналізу складних нелінійних систем в ПС дозволяють виявити характеристики взаємодії

моделі ОУ та ОС, які включають параметри безпечного розв'язання конфлікту при синтезі і виборі рішень з врахуванням невизначеності та наявності гарантованого управління ОУ.

Weakness. Запропонований підхід є новим і потребує додаткових теоретичних і експериментальних досліджень.

Opportunities. Додатковими можливостями які визначені результатами проведеного дослідження є гіпотеза про інваріантність СІУ щодо природи ОУ та середовища конфлікту.

Treats. Складності впровадження отриманих результатів досліджень потребують додаткових матеріальних, людських та часових витрат, які пов'язані з необхідністю додаткових досліджень.

7. Висновки

1. При дослідженні конфліктів в технічних системах запропоновано застосовувати методологію: системно-структурного аналізу конфлікту, як дослідження явища в цілому, яке складається з системи підструктур, які, у свою чергу, складаються з елементів, і в якості підсистем входить в систему більш високого рівня; системно-функціонального аналізу конфлікту, як дослідження з метою визначення усіх основних взаємозв'язків конфлікту із зовнішнім середовищем, в якому конфлікт розвивається, у виявленні характеру і способів впливу одних елементів і підструктур конфлікту на інші (біфуркації).

2. Для досліджень доцільним є використання інтегрально-топологічних методів аналізу складних нелінійних систем, які базуються на використанні математичних моделей опису властивостей процесів, пов'язаних з об'єктами як системами, що дозволяє отримати топологічні структури просторів спостереження і пошуку, поведінки та рішення для синтезу та вибору управліннь об'єктом.

3. Запропоновано аксіоматику, яка є похідною при вирішенні задач синтезу та вибору рішень при розв'язанні задачі конфлікту для варіативної множини ОС.

4. Запропоновано метод формального опису ПС і ПР при довільній системі обмежень.

5. Запропоновано концептуальну структурну схему СІУ ОУ при вирішенні конфлікту.

6. Використання семіотичних систем є доцільним при вирішенні конфлікту взаємодії об'єктів в довільному просторі спостереження та синтезі рішень за умов невизначеності та відкритої множини об'єктів спостереження.

7. Задачу синтезу гарантованого управління сформульовано як задачу розв'язання конфлікту взаємодії ОУ з ОС в ПР відповідно принципу оптимальності та правилу зупинки.

Література

1. Берж, К. Общая теория игр нескольких лиц [Текст] / К. Берж. – М.: Физматгиз, 1961. – 126 с.
2. Касьянов, В. А. Субъективный анализ [Текст]: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
3. Павлов, В. В. Конфликты в технических системах [Текст] / В. В. Павлов. – К.: Вища школа, 1982. – 184 с.

4. Павлов, В. В. Начала теории эргатических систем [Текст] / В. В. Павлов. – К.: Наук. думка, 1975. – 240 с.

5. Семко, В. В. Применение метода интегрального усечения вариантов при синтезе стратегий управления подвижным объектом [Текст] / В. В. Семко, В. В. Павлов // Кибернетика и вычислительная техника. – 1989. – Вып. 84. – С. 1–6.

6. Семко, В. В. Автоматизация управления подвижным объектом в условиях конфликта [Текст] / В. В. Семко // Моделирование в обеспечении безопасности полетов. – Киев: КИИГА, 1987. – С. 67–73.

7. Семко, В. В. Применение теории конфликта в задаче предотвращения столкновений воздушных судов [Текст] / В. В. Семко, В. В. Павлова // Методы и средства оценки уровня безопасности полетов гражданских воздушных судов. – Киев: КИИГА, 1985. – С. 97–102.

8. Семко, В. В. Модель конфлікту взаємодії об'єктів кібернетичного простору [Текст] / В. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2012. – Вип. 2 (38). – С. 88–92.

9. Семко, В. В. Вирішення задачі конфлікту за методом інтегрального усикання варіантів [Текст] / В. В. Семко // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2015. – Вип. 2. – С. 40–50.

10. Семко, В. В. Модель взаємодії кібернетичних організмів та синтез стратегій оптимального керування в кібернетичному просторі [Текст] / В. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2013. – Вип. 3 (43). – С. 75–82.

11. Семко, В. В. Дослідження властивостей рішення задачі конфлікту за методом інтегрального усикання варіантів [Текст] / В. В. Семко, О. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2014. – Вип. 2 (46). – С. 60–71.

12. Семко, В. В. Використання методу інтегрального усикання варіантів при вирішенні задач конфлікту взаємодії об'єктів в просторі спостереження [Текст] / В. В. Семко // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2015. – № 1. – С. 59–66.

13. Красовский, Н. Н. Позиционные дифференциальные игры [Текст] / Н. Н. Красовский, А. И. Субботин. – М.: Наука, 1974. – 456 с.

14. Понтрягин, Л. С. Математическая теория оптимальных процессов [Текст] / Л. С. Понтрягин, В. В. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. – М.: Наука, 1983. – 393 с.

15. Пшеничный, Б. Н. Дифференциальные игры [Текст] / Б. Н. Пшеничный, В. В. Остапенко. – К.: Наук. думка, 1991. – 264 с.

16. Кунцевич, В. М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации [Текст] / В. М. Кунцевич. – К.: Наук. думка, 2006. – 264 с.

17. Чикрий, А. А. Конфликтно управляемые процессы [Текст] / А. А. Чикрий. – К.: Наук. думка, 1992. – 382 с.

18. Павлов, В. В. Инвариантность и автономность нелинейных систем управления [Текст] / В. В. Павлов. – К.: Наук. думка, 1975. – 272 с.

19. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление: теория и практика [Текст] / Д. И. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

20. Поспелов, Д. А. Мышление и автоматы [Текст] / Д. А. Поспелов, В. Н. Пушкин. – М.: Сов. радио, 1972. – 226 с.

References

1. Berzh, K. (1961). Obshhaja teorija igr neskol'kih lic. Moscow: Fizmatgiz, 126.

2. Kas'janov, V. A. (2007). Sub'ektivnyj analiz. Kyiv: NAU, 512.

3. Pavlov, V. V. (1982). Konflikty v tehniceskix sistemah. Kyiv: Vishha shkola, 184.

4. Pavlov, V. V. (1975). Nachala teorii jergaticeskix sistem. Kyiv: Nauk. dumka, 240.

5. Semko, V. V., Pavlov, V. V. (1989). Primenenie metoda integral'nogo usechenija variantov pri sinteze strategij upravlenija podvizhnyim ob'ektom. Kibernetika i vychislitel'naja tehnika, 84, 1–6.

6. Semko, V. V. (1989). Avtomatizacija upravlenija podvizhnyim ob'ektom v uslovijah konflikta. Modelirovanie v obespechenii bezopasnosti poletov. Kiev: KIIGA, 67–73.

7. Semko, V. V., Pavlova, V. V. (1985). Primenenie teorii konflikta v zadache predotvraschenija stolknovenij vozdušnyh sudov. Metody i sredstva ocenki urovnja bezopasnosti poletov grazhdanskih vozdušnyh sudov. Kiev: KIIGA, 97–102.

8. Semko, V. V. (2012). Model' konflikta vzajemodii' ob'ektiv kibernetičnogo prostoru. Problemy informatyzacii' ta upravlinnja, 2 (38), 88–92.

9. Semko, V. V. (2015). Vyrishennja zadachi konflikta za metodom integral'nogo usikannja variantiv. Telekomunikacijni ta informacijni tehnologii', 2, 40–50.

10. Semko, V. V. (2013). Model' vzajemodii' kibernetičnyh organizmiv ta syntezy strategij optymal'nogo keruvannja v kibernetičnomu prostori. Problemy informatyzacii' ta upravlinnja, 3 (43), 75–82.

11. Semko, V. V., Semko, O. V. (2014). Doslidzhennja vlastyvostej rishennja zadachi konflikta za metodom integral'nogo usikannja variantiv. Problemy informatyzacii' ta upravlinnja, 2 (46), 60–71.

12. Semko, V. V. (2015). Vykorystannja metodu integral'nogo usikannja variantiv pry vyrishenni zadach konflikta vzajemodii' ob'ektiv v prostori sposterezhennja. Telekomunikacijni ta informacijni tehnologii', 1, 59–66.

13. Krasovskij, N. N., Subbotin, A. I. (1974). Pозиционные дифференциальные игры. Moscow: Nauka, 456.

14. Pontrjagin, L. S., Boltjanskij, V. V., Gamkrelidze, R. V., Mishhenko, E. F. (1983). Matematicheskaja teorija optimal'nyh processov. Moscow: Nauka, 393.

15. Pshenichnyj, B. N., Ostapenko, V. V. (1991). Diferencial'nye igry. Kyiv: Nauk. dumka, 264.

16. Kuncевич, V. M. (2006). Upravlenie v uslovijah neopredelennosti: garantirovannye rezul'taty v zadachah upravlenija i identifikacii. Kyiv: Nauk. dumka, 264.

17. Chikrij, A. A. (1992). Konfliktno upravljajemye processy. Kyiv: Nauk. dumka, 382.

18. Pavlov, V. V. (1975). Invariantnost' i avtonomnost' nelinejnyh sistem upravlenija. Kyiv: Nauk. dumka, 272.

19. Pospelov, D. A. (1986). Situacionnoe upravlenie: teorija i praktika. Moscow: Nauka, 288.

20. Pospelov, D. A., Pushkin, V. N. (1972). Myshlenie i avtomaty. Moscow: Sov. radio, 226.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Чепіженко В. І.
Дата надходження рукопису 10.08.2016*

Семко Віктор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційної та кібернетичної безпеки, Державний університет телекомунікацій, вул. Солом'янська, 7, м. Київ, Україна, 03680
E-mail: semko_viktor@mail.ru