

ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 004.942:007:004

Баранов Г.Л., Комісаренко О.С.

Національний транспортний університет

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМОТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ АЕРОКОСМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Предметом дослідження є формалізація методологічних основ моделювання процесів формотворення інноваційних матеріалів за вимогами майбутніх аерокосмічних технологій. Тема конструктивної обізнаності та інформаційно-аналітичного забезпечення необхідного для розв'язків складних динамічних задач в умовах ризиків та природної невизначеності пов'язана з потребами підвищення достовірності прогнозів функціонування космічних місій на базі раціональних аерокосмічних технологій. Метою проведеного дослідження є визначення методологічного базису комплексного моделювання процесів формотворення майбутніх конструктивних композиційних матеріалів (ККМ) для роботи у гетерогенних космічних умовах багатоаспектного впливу оточуючого середовища. Метод системного аналізу задачних систем спрямований на формалізацію методологічної основи моделювання процесів функціонування складних динамічних систем за кроками синергетичних трансформацій та перетворень атомно-молекулярної структури композиційних складових у цільову речовину в процесах керованих технологій інноваційного формотворення ККМ.

Результатом роботи є процедури алгебраїзації математичних описів типових фізичних процесів у гетерогенних формах реалізації багатокрокових технологій формотворення ККМ з прогнозними властивостями. Висновки характеризують область застосування майбутніх матеріалів авіаційно-космічних технологій за потреби ноосфери, що еволюціонує та змінюється.

Ключові слова: аерокосмічні комплекси, композиційні матеріали, майбутні технології, моделювання, прогнозування, випробування.

Вступ. Конструктивні композиційні матеріали (ККМ) для аеро-космічних технологій (АКТ) розрізняються за цільовими призначенням об'єктів [1]. Моделювання об'єктів аерокосмічних комплексів передбачає повне врахування об'єктивних природних впливів факторів зовнішнього навколишнього оточуючого середовища (ЗНОС) на носії цільових інженерних споруд [2] з різноманітних матеріалів, які знаходяться (вимірювальні та інформаційні прилади; засоби зв'язку та телекомунікації; двигуни та силові органи управління; елементи конструкцій та корпуси й кабіни; засоби штучного інтелекту та реалізації рішень у нестационарному ЗНОС) у космічному просторі. Але в умовах космосу первинні інтегровані фактори впливу ЗНОС на самі ККМ мають подібні закономірності прояву гетерогенних полів на функціональну стійкість визначальної атомно-молекулярної структури речовини. У конкретному просторово-часовому континуумі (ПЧК) з ККМ в якості робочого елемента виникають явища, що характеризують взаємодію складної динамічної системи (СДС) з впливовими факторами ЗНОС [2]. Поняття механізмів взаємодії між СДС та ЗНОС, а також інтегрованої функціональності (довговічності, живучості, надійності), формує синергетичну обізнаність конструкторів-фахівців АКТ.

Постановка проблеми. Подальший розвиток АКТ та ефективність реалізації пріоритетних програм у космічному просторі вимагає зняття

ризиків й невизначеності впливів ЗНОС. Фундаментальні випробування техніко-технологічних рішень (ТТР) стосовно майбутніх ККМ найбільш ефективні на принципах комплексного моделювання СДС в режимах експлуатації АКТ. За даним принципом відбувається інтеграція практичного досвіду (фактологічні ТТР) космічних місій, що вже відбулись завдяки зусиллям розвинених країн світу, та теоретичного узагальнення (футурологічного випередження) конструктивних задач та результатів, що вже оцінені шляхом моделювання. Результуюча обізнаність інтелектуальних агентів системи (науково-технічної спільноти ракетно-космічної галузі) зростає за рахунок інформаційних технологій та автоматизованих систем інженерного документообігу (АСІД) в умовах глобалізації Internet.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Засоби моделювання динаміки функціонування об'єктів АКТ забезпечують [2-5] прискорення досліджень та скорочення витрат на отримання нових знань для впровадження ККМ, що будуть працювати в умовах природного космосу. Значна складність об'єктів АКТ та ракетно-космічної техніки ускладнює випробування життєздатності нових елементів у динамічних умовах гетерогенного ЗНОС. Унікальність майбутніх космічних програм [1] обумовлює повноту врахування факторів впливу космосу на атомно-молекулярні структури матеріалів, що

функціонують за вимогами АКТ, які відображають конструктивні моделі, методи та засоби моделювання [2-5] об'єктів АКТ.

Постановка завдання. Мета роботи полягає у формалізації базових методологічних основ моделювання процесів наноструктурного формотворення майбутніх інноваційних матеріалів для АКТ.

Завдання гарантованого забезпечення безпеки, якості та ефективності тривалого функціонування ККМ вимагають адекватного повномасштабного відображення об'єктів СДС в засобах комплексного моделювання задачних систем за потреб практичного досвіду експлуатації АКТ.

Основний матеріал дослідження. Моделювання об'єктів АКТ, передбачає нові фізичні явища аерокосмічних технологій. Описи ще неформалізованих закономірностей побудови новітніх конструктивних керамічних матеріалів (ККМ) для майбутніх технологій базуються на традиційних наукових парадигмах [2]. Вони передбачають знання та необхідність розв'язання наступних задач.

1. Обґрунтувати сутність нових станів і взаємодію між складовими компонентами (фулеренів, силіконів та інших композитів атомів, молекул) [6] з хімічних елементів цілісного ККМ в умовах чітко визначених параметрів ЗНОС.

2. Визначити особливі головні фундаментальні параметри, межі їх змін та одиниці вимірів станів, включаючи перехідні процеси та явища формотворення під впливом прикордонного шару впливу сформованого ЗНОС.

3. Сформувані нові закономірності стосовно знання специфіки цільового формотворення структури тіла ККМ та процесів управління його складовими компонентами за рахунок актив взаємодії для керованого впливу енергетичних факторів синтезованого механізму технологічних засобів на природне застосування ресурсу ЗНОС.

Наукова парадигма складного динамічного стану базується на аксіомі 1 про неможливість цільового бажаного майбутнього формотворення структури ККМ без витрат (необхідної кількості, достатнього виду, організованої специфіки потоків енергії) з урахуванням актив дії інтерфейсного технологічно керованого ЗНОС.

Сутність *першої задачі* отримуємо як **наслідок** з даної аксіоми 1. Чисельні факти та розвиток науки і техніки [1], підтверджують необхідність цілеспрямованого конструктивного синтезу механізмів енерго-перетворень для потрібного за сутністю, особливостями і специфіки (СОС) управління енерго-трансформаційними потоками у обмеженому ПЧК. Цикл охоплює всі фази від початкових звичайних (нормальних, штатних, експлуатаційних) станів до цільових (стілки скільки треба для активації, взаємодії у специфічному стані природного парного

взаємоперетворення {енергія ↔ матерія}) результуючих параметрів інноваційного ККМ.

Друга задача вимагає визначених конкретних ефективних форм особливих головних параметрів: конструкції як матеріальної субстанції екстремальної установки; матеріальних компонентів для хімічних реакцій взаємоперетворення у цільових ККМ; особливі системотворчі відношення між компонентами (відсоткові пропорції, щільності, концентрації, сили проникнення, точність, похибки та ін.) [3,6].

Найбільш складна, трудомістка й невизначена *третьою задачею* управління процесами формотворення та самоорганізації нової структури цільової СДС з результуючим ККМ. Обов'язково треба виявити, описати та верифікувати специфіку покровових й почергових трансформацій. У ПЧК СДС відбуваються взаємоперетворення кожної проміжної форми носія {енергія↔матерія} до фази досягнення стабільного ефективного стану твердого тіла ККМ з вимогами практики АКТ.

Таким чином наше дослідження для синтезу ККМ конструктивне лише за умов чіткого однозначного визначення складових СДС: початкові хімічні субстанції вхідних речовин-реагентів як дискретні учасники енергоперетворень; засіб – технологічна установка з обмеженим ПЧК, де означені хімічні речовини починають відчувати керований вплив концентрованих енергетичних факторів ЗНОС безпосередньо у зоні підвищених реакційних подій (ЗПРП); інтерфейсні техніко-технологічні засоби (вимірювання, контролю, діагностики, прийняття оперативних рішень за результатами оперативної обробки даних експерименту, а також оперативного цільового почергового управління).

Означена методологія з трьох головних підсистем СДС формує конструктивну основу реальних гетерогенних дій та взаємодій у ЗПРП керованого ПЧК. Головна увага приділяється під час якісних динамічних перетворень з новою структурою ККМ до визначення та фіксування аналітичних умов існування результативної трубки керованих поетапних структурно-енергетичних пофазних формотворень на кожному кроці синтезу ККМ [3, 6].

Запропонуємо фіксувати результативні умови на межі (дозволені, ефективні, цільові процеси) існування трубки відображення ψ багатозначної функції виду [4, 5, 7]

$$\psi_{\varepsilon} : [a - \varepsilon, b + \varepsilon] \rightarrow \text{comp}(R^n), \quad (1)$$

де R^n – n-вимірний евклідів простір;

$\text{comp}(R^n)$ – множина не порожніх компонентів з R^n ;

$\psi : [a, b] \rightarrow \text{comp}(R^n)$ – неперервне зверху

відображення на відрізьку $[a, b]$;

$\psi_\varepsilon, \forall \varepsilon \in (0, \varepsilon^*)$ – це неперервне стаціонарне ε з асимптотикою ε^* продовження ψ відображення інтервальних змін.

Збереження агрегатної цілісності у ПЧК відносно розширення актів дії визначеної умови

$$\psi_\varepsilon(U) = \begin{cases} \Psi(U), \text{ якщо } U \in [a, b], \\ \Psi(a), \text{ якщо } U \in [a - \varepsilon, a], \forall \varepsilon \in (0, \varepsilon^*), \varepsilon^* > 0, \\ \Psi(b), \text{ якщо } U \in [b, b + \varepsilon]. \end{cases} \quad (2)$$

Знання конструктивно-параметризованого інтервального управління (ε -окіл) стосовно розширення та звуження процесної енергетично-матеріальної цілісності дозволяє показувати умови часової неперервності у ПЧК й одночасно просторової реакційної особливості СОС з концентрацією на ЗППП [3].

Розбіжність за часовим виміром не повинна перевищувати значення дискрет

$$\square \text{Clock}_h = \text{Clock}_H - \text{Clock}_{H-1}, \quad (3)$$

$$1 - h \leq \frac{dC(t)}{dt} \leq 1 + h, \quad (4)$$

Де параметр h визначає максимальну розбіжність зсуву між часом процесу взаємодії у ЗППП для відповідно двох точок просторового виміру швидкісних явищ між атомних або міжмолекулярних реакційних перетворень.

Вхідний потік енергії впливу ЗНОС на ЗППП може відбуватись лише шляхом транспортування від генеруючого джерела через площину (корпус ЗППП) всередину об'єму, де складові речовини компонент можуть рухатись зі зміною початкової структури та форми [3,6].

Зовнішня енергія генеруючого джерела має гетерогенно різну фізичну природу: електромагнітні хвилі випромінювання; електричний струм різної частоти впливу; механічний тиск зі зміщенням просторових позицій ЗППП; хімічні реакції з поглинанням чи генеруванням додаткової енергії; теплові явища у залежності від неоднорідностей об'єму ЗППП; різноманітні форми випромінювання для проникнення та активації дій формотворення ККМ у ЗППП.

За рахунок конструктивних жорстких (критерії безпеки, надійності, стабільності) обмежень у n -вимірному реакційному просторі ЗППП можуть відбуватись наслідкові рухи електронів, атомів й молекул у вигляді: зсувних лінійних переміщень; коливальних та обертових траєкторій навколо локальних центрів синергетичної взаємодії внутрішніх активованих субстанцій зі зовнішніми енергетичними полями керованого комбінованого гетерогенного впливу. Реакційні обміни енергіями відображують часову неперервність трансформації структурних змін та

одночасно просторову локальну квазірівномірність фрактальної подібності формують зав'язків у хімічній системі з учасниками – реагентами [7,8].

Енергетичні взаємозалежні взаємодії під час формотворення структури ККМ за сутністю їх прояву мають три етапи: *початковий* для всіх учасників СДС; *перехідний* з різноманітними специфічними проявами зовнішніх та внутрішніх динамічних причинно-наслідкових процесів; *заклучний* або кінцевий з різними процедурами зняття суттєвого впливу факторів ЗНОС. Лише тоді для передачі синтезованого ККМ споживачам відбувається набуття параметрами значень експлуатаційного середовища. Всі три етапи методологічних основ синтезу майбутніх ККМ важливі. Однак найбільш інноваційним є саме другий етап, на якому визначаються комплексні умови енергоефективності, окупності та прибутковості керованого енергопотуку для отримання бажаних властивостей ККМ з новими якостями. Компромісний розв'язок даного етапу формулюємо у вигляді принципу мінімаксу [2, 4, 5, 7]:

$$\min \max I_{KKM}, \quad (5)$$

$$\text{ext}E(t)(K \dots K),$$

де $\min(\text{ext}E)$ – означає критерій мінімальних витрат зовнішніх (*ext*) екстремальних ресурсів $E(t) < Em$, що обмежені;

$\max I_{KKM}(K_1 \dots K_n)$ – означає інтегрований багатоаспектний критерій якості, ефективності, прибутковості, як форми їх можливих прагматичних управлінь для отримання кінцевого продукту ККМ.

Засоби гарантовано-адаптивного управління (ГАУ) за цих умов забезпечують наслідок одночасної багатоагентної реалізації K_p покрокових, почергових актів дії у межах ЗППП, де відбуваються взаємодії та взаємозалежні реагування, що необхідні для синтезу ККМ [3,6].

Математична форма диференціальної гри (5) для даного дослідження дозволяє фізику експериментатору, як особливому гравцю ГАУ мінімізувати витрати всіх видів [8] зовнішніх енергетичних ресурсів. Якщо {обрати для кожного кроку відповідні управління та їх означені фактори впливу задати адекватно критеріям якості}, тоді {отримаємо також конструктивне обмеження зверху}

$$|U_1(K_1)| \leq U_{1m}, |U_2(K_2)| \leq U_{2m}, \dots, |U_n(K_n)| \leq U_{nm}, \quad (6)$$

де U_{1m}, U_{2m}, U_{nm} – управління кожного учасника ЗНОС на реагування внутрішнього ГАУ формотворенням ККМ згідно визначеному

максимальному інтеграційному акту відповідного впливу у конструктивному вигляді [2, 4, 7], що зафіксовано в АСІД.

Комп'ютерні технології розв'язку диференціально-ігрових задач [4, 5] на спеціалізованих моделях у вигляді графу-решітки, покриває усе фазове поле проміжних станів, включаючи початковий та заключний, були запропоновані для інших сфер практики [5].

Кожна нова сфера практики потребує за нових умов задачі повторити методологічно запропоновані принципи її структуризації та сформувати граф-решітку відповідного фазового простору для моделюючих зважених зав'язків (ребер графа). Потім застосовується відомий тривіальний метод знаходження на отриманій зваженій решітці найкоротший шлях між заданими початковими та кінцевими станами СДС [4].

Варіант їх з'єднання за принципом мінімуму, коли кожна ділянка решітки (варіаційне ребро) з'єднує лише локальну пару сусідніх проміжних станів формотворення за вимогою максимізації впливу всіх інших (N-1) гравців (5) фіксує конструктивний розв'язок раціонального синтезу ККМ з гарантованим інтегральним багатоаспектним критерієм розгорнутого диференціального оцінювання часткових показників досягнутого ефекту [2].

Конструктивний інтегрований результат обумовлений принципами суперпозиції фізичних гетерогенних процесів, у яких єдиною спільною рисою є еквівалентність оцінок енергії E_s та відповідної кількості маси m носія S у околі ПЧК, де відбуваються реакційні формо зміни початкових станів у кінцеві стани результуючих продуктів ККМ. Еквіваленти різних форм суто енергетичних процесів (електромагнітних хвильових; електромагнітних зарядових; механічних рухів носія; теплофізичних (передачі, випромінювання, проникнення, дифузії, конвекції, дисипації та ін.) полів; гетерогенних полів іншої природи (гравітації, активації кумулятивних явищ, ядерних, квантових, енергообмінів при взаємодіях елементарних частинок тощо), а також хімічних та біологічних реакцій дозволяють у кожному конкретному випадку синтезу ККМ оцінювати результуючу енергоефективність [8] комплексних явищ для кожного апробованого варіанту досягнення цільових результатів для АКТ.

Відомо, що особливо для хімічних та біологічних реакцій існують багатофазні ланцюгові перетворення з однаковим результатом у вигляді субстанції речовини. Однак у той же час в залежності від кількості фаз перетворень оцінки за критерієм енергоефективності будуть суто різні. Багатоаспектний результат дозволяє сформувати наступну аксіому 2 про природну (Всесвіт) енергетичну незалежність у

необмеженому ЗНОС за умов зняття в агрегатах просторово-часові обмеження для ЗППП.

Наслідок з цієї аксіоми 2 полягає у формуванні СОС критеріїв практичної ефективності застосування обраного варіанту синтезу ККМ з пріоритетним упорядкуванням обмежень на наявні ресурси. Задані параметри будуть визначати обмеження зверху $U_i(K_i) \leq U_{im}$ аналогічно (6) $\forall i = \overline{1, n}$ для стратегій управління засобами ГАУ процесами синтезу ККМ. Конкретне техніко-технологічне обладнання в умовах заданих обмежень часових, просторових, масових, організаційних ресурсів у наслідок оцінювання даного проекту за критерієм (5) визначить необхідні витрати енергії, інформації, фінансів [8] для реального отримання цільового продукту ККМ в майбутніх АКТ.

Зміни енергетичних станів, включаючи позиціонування об'єкта в просторі, обов'язково породжує коливання відносно умовно-стабільного усередненого стану. Єдине фізичне явище передбачає існування: генератора причин зміни енергетичних станів об'єкта; субстанції носія властивостей об'єкта які можуть змінюватись – варіюватись; середовища для забезпечення причинно-наслідкових умов взаємодії між силовим спонуканням до змін від генератора та адекватним відповідно цим вимогам реакціям у ЗППП. Кількість інтегрованої (гетерогенної) енергії в одиниці об'єму ЗППП, яку генерує генератор ЗНОС, є єдиним параметром для оцінок енергетичного стану у локальному ПЧК. Експериментатор може змінювати заданий спільний окіл взаємодії одночасно у часі та просторі. У загальний ПЧК декількох учасників взаємодії та форм енергетичних перетворень з власними частковими вкладеними ієрархічно компонентами повинен відбуватися поява цільової структури ККМ відповідно СОС взаємодій за умов АКТ.

Якщо під силовим впливом генератора у конкретному просторі виникла певна концентрація P , тоді у доповненні до початкового об'єму q за умов $p+q=1$ виникає відповідне зменшення ЗППП. Нормування кожної частинки ПЧК дозволяє контролювати стабільність процесів функціонування СДС [8].

Аксіоматичне твердження 3. «Про неможливість існування абсолютно однакових фізичних твердих тіл» підтверджена чисельними факторами застосування відомих ККМ. Сутність даної аксіоми 3 полягає у природному різноманітті фізичних явищ, морфологічних формотворень варіативної СОС властивостей та відношень на кількісному й якісному рівнях кожної конкретної взаємодії у ситуативному але широкому спектрі енергій. Варіативність контактного об'єму, поверхонь та лінійного вектору проникнення від джерела енергії у меншій локальній ПЧК породжує там відповідну неоднаковість, неоднорідність, нерівномірність

активованої таким чином реакції за схемою (кількісна причина породжує відповідну морфологію та наслідкову якість носія даного явища) застосування об'єктів АКТ.

Наслідок 3 за даної аксіоми 3 пояснює різноманіття конкретних речовин у фіксованих формальних класах (наприклад: кристалів, сплавів, композитів) існування фізичних твердих тіл. Однаковість за хімічним складом атомів й молекул, а також за хімічною спорідненістю їх відповідно причинам факторів енергетичного силового впливу нестационарного ЗНОС не породжує однакові структури, морфологію, форму. А навпаки створює різноманітні: просторові композиції, неоднорідні решітки, гібридні комплексні форми, пошарові включення проникнень значно менших за розмірами складових компонент ККМ проміжних фаз реагування цілісної СДС [3, 6].

Для гарантованого управління потоками наявної енергії, маси, субстанції слід згадати про

аксіому 4 стосовно «неможливості зникнення природних ресурсів у фіксованому обмеженому ПЧК» (наприклад у техніко-технологічному агрегаті, механізмі, засобу). Навпаки у формах варіативних станів взаємодії реагуючих компонент СДС можливо лише змінювання (від min (int) до max (ext)) цільових параметрів.

Наслідок з даної аксіоми 4 безпосередньо відображає фізику формотворення. Ці процеси можуть бути у багатьох значних формах: злічених множин, неперервності збіжних процесів, скінченності покриття, дуальності віддільного стану фундаментальних складових гетерогенної природи СДС [7].

Визначені чотири наслідки цілеспрямовують сферу застосування АСІД АКТ для майбутнього формотворення ККМ шляхом моделювання та покрокового (табл.1) розв'язання складних задач необхідних транспортній галузі у космічному ПЧК.

Таблиця 1.

Сфера застосування ІТ для майбутнього формотворення ККМ

Задача кроків моделювання	Визначальні процедури для формотворення ККМ		
	Вхідна речовина	Молекулярні композити	Конструктивні комплектуючі
Побудова моделі	Розрахунок параметру	Розрахунок еквівалентних характеристик	Еквівалентування мережних несучих
Планування	Прогнозування параметру ресурсів	Режим роботи ланцюгових каскадів	Почерговість виводу зміни відновлення та капремонт
Розрахунковий аналіз	Стійкість навантаження	Надійність, стійкість, перехідні процеси	Експлуатаційний режим збурення, стійкість
Оптимізація	Рівень глобальних навантажень	Розподіл ресурсів	Втрати міцності під час напрацювання на відмову
Оцінка роботи деталі та матеріалу	Комплексний вузол навантаження	Запас стійкості	Режим критичних зон
Прийняття рішення	Вибір активів дії	Вирішення наступних ресурсних заявок	Вибір параметрів під час експлуатації
Формування результату	Тестові документи АСІД	Системи відображення інформації	Графічні характеристики якості ККМ

Означені форми тривалого у ПЧК техніко-технологічного синтезу цільових ККМ однозначно закріплюють суто конструктивні реальні обмеження на первинні ресурси. Для самого фізичного пристрою, що має розміри власного ПЧК та відповідні фіксовані геометричні складові, функціональні можливості обмежують продуктивну сферу реалізувати фізичні перетворення [8].

Параметризація процесів насамперед стосується фундаментальних TESIMFO [8] понять-категорій: T-time – час існування тривалості відповідних подій та реакцій; E-energy – фізичні процеси, що характеризують різноманіття форм параметризованих процесів динаміки: механічних поступальних,

обертальних, хвильових; електромагнітних хвильових, зарядових, польових-об'ємних; теплових-теплопровідності, передачі-проникнення, концентрації випромінювання – дисипації поглинання; частинок синергетичних СДС, елементарного фундаментально нано та мікро міра з власними E носіями; S-substance – матерія просторової віддільності окремих декількох об'єктів фізичної взаємодії у єдиному локальному ПЧК; I-information – інформаційні процеси відповідних інтелектуальних технологій; M-material – масової кількості у локальному ПЧК з відділеними об'єктами відповідних грам-молекул, що дозволяють підрахувати об'ємні витрати та градієнтні форми відповідного проникнення у матеріал кінцевого стану дії

реакційних перетворень; F-finances – фінансові процеси взаєморозрахунків за ринкових форм обмінів продуктами (товарами і послугами); Organization – організована групова взаємодія у межах спільних прискорень та змін локальних позицій околиць об'ємної цільності учасників (електронів, ядер, атомів, молекул, наночастинок та інших морфологічних складових), що в околиці мають параметри приналежності даному явищу АКТ [8-13], які зафіксовано в АСІД.

Ці TESIMFO поняття застосовуємо для статистики, кінематики та динаміки у межах локального околу з заданою системою координат. Вони у задачах космічних досліджень характеризують відповідні об'єктивні рухи, зміни, трансформації, реакційні перетворення, доцільні для обґрунтованої АКТ.

Висновки. Алгебраїзація математичного опису відомих фізичних процесів та їх множинної взаємодії у гетерогенних формах доводить до існування системо утворюючих множин.

Математичні моделі та методи поділяють алгебраїчне замикання на види замкненості: абсолютна, слабка, геометрична, топологічна. Для кожного виду можливі форми замикання: множини, оператори, околиці. Параметризація конкретних видів і форм, наприклад, околу може бути: опукле, лінійне, занумероване (закодоване), зі зміною параметру чи загостренням (зверху чи знизу) закону функціонування об'єкту АКТ.

Фізичні поля підсилюють в ЗППП динамічні процеси, які інтенсифікують хімічну активність речовин. Це обумовлює побудову нових структур та подальше проникнення на певні відстані від місця зародження нових зв'язків. Фізичні поля займають значно більший об'єм ЗНОС й тому у ЗППП нові речовини з початкових компонентів швидко перетворюються. Спільна дія декількох гетерогенних полів створює умови для кумулятивних реакцій з загостренням дії внутрішніх речовинно-енергетичних ресурсів в процесах синтезу ККМ для АКТ.

Список літератури

1. Кабінет Міністрів України «Про схвалення концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 р.». Від 30 березня 2011р. №238/р.
2. Баранов Г.Л. Конструктивне моделювання об'єктів авіаційно-космічних технологій за парадигмою диференціальної гри / Г.Л. Баранов, О.М. Прохоренко // Аерокосмічні технології. НТЖ. Вип.1(1)-Київ, НЦУ та ВКЗ. 2017. – с.23-32.
3. Каныков Е.Ю. Низкотемпературные сенсоры магнитного поля на основе структур N-Si / SiO₂(N1) для аппаратуры бортового применения / Е.Ю. Каныков, С.Е. Демьянов // Аерокосмічні технології. НТЖ. Вип.1(1). -Київ.НЦУ та ВКЗ, 2017. с.76-84.
4. Васильев В.В., Баранов В.Л. Метод моделирования дифференциальных игр на параллельных вычислительных структурах // Электрон. Моделирование. – 1987. – 9. №3. – С. 12-16.
5. Оуэн Г. Теория игр. – М.: Мир, 1971. – 230 с.
6. Комисаренко О.С., Хімічна інженерія побудови ККМ системи В₄С-Нf // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Авіа-2017» (19-21 квітня 2017року). – К: НАУ, 2017. – С.1746
7. Баранов Г.Л., Макаров А.В., Структурное моделирование сложных динамических систем. – Киев: Наук. Думка, 1986. – 272с.
8. Баранов Г.Л. Формування основ метризації ресурсних знань поліергетичних технологій / Г.Л. Баранов, О.М. Прохоренко // Розбудова економічної освіти та формування основ фінансової грамотності учнівської молоді – основа – К.: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2017. – С. 26-32.
9. Даламбер Ж. Динамика / Ж. Даламбер, - М.: Госиздат, 1950. – 360с.
10. Лангранж Ж. Аналитическая механика / Ж. Лангранж. – Изд 2-е – М.: 1950. – ТI. – 640с.
11. Силер Л. Метод нахождения кривых линий обладающих свойствами максимума либо минимума и решение изопериметрической задачи / Л. Эйлер. – М. Гостехиздат. 1934. – 540с.
12. Павловский М.А. Теоретична механіка / М.А. Павловський. – К.: Техніка. 2002. – 512с.
13. Ракушев М.Ю. Прогнозування руху космічних апаратів на основі диференціально-тейлорівських перетворень: Монографія / М.Ю. Ракушев. – Ж.: Видавець О.О. Євенок. 2015. – 324с.

References

1. Kabinet Ministriv Ukrainy` «Pro sxvalennya koncepciyi realizaciyi derzhavnoyi polity`ky` u sferi kosmichnoyi diyal`nosti na period do 2032 r.». Vid 30 bereznya 2011r. #238/r.
2. Baranov G.L. Konstrukty`vne modelyuvannya ob`yektiv aviacijno-kosmichny`x tehnologij za parady`gmoju dy`ferencial`noyi gry` / G.L. Baranov, O.M. Proxorenko // Aerokosmichni tehnologiyi. NTZh. Vy`p.1(1)-Ky`yiv, NCzU ta VKZ. 2017. – s.23-32.
3. Kanyukov E.Yu. Nizkotemperaturnyye sensoryi magnitnogo polya na osnove struktur N-Si / SiO₂(N1) dlya apparatury borovogo primeneniya / E.Yu. Kanyukov, S.E. Demyanov // AerokosmIchnI tehnologIyi. NTZh.Vip.1(1).-KiYiv.NTSu ta VKZ, 2017. s.76-84.
4. Vasilev V.V., Baranov V.L. Metod modelirovaniya differentsialnyih igr na parallelnyih vyichislitelnyih strukturah // Elektron. Modelirovanie. – 1987. – 9. #3. – S. 12-16.
5. Ouen G. Teoriya igr. – M.: Mir, 1971. – 230 s.
6. Komisarenko O.S., Ximichna inzheneriya pobudovy` KKM sy`stemy` B4C-Hf // Materialy` XIII Mizhnarodnoyi naukovotexnichnoyi konferenciyi «Avia-2017» (19-21 kvitnya 2017roku). – K: NAU, 2017. – S.1746
7. Baranov G.L., Makarov A.V., Strukturnoe modelirovanie slozhnyih dinamicheskikh sistem. – Kiev: Nauk. Dumka, 1986. – 272s.

8. Baranov G.L. *Formuvannya osnov metry`zacyi resursny`x znan` poliergaty`chny`x tehnologij / G.L. Baranov, O.M. Proxorenko // Rozbudova ekonomichnoyi osvity` ta formuvannya osnov finansovoyi gramotnosti uchniv`s`koyi molodi – osnova – K.: In-t obdarovanoyi dy`ty`ny` NAPN Ukrayiny`, 2017. – S. 26-32.*

9. *Dalamber Zh. Dy`namy`ka / Zh. Dalamber, - M.: Gosy`zdat, 1950. – 360s.*

10. *Langranzh Zh. Analiticheskaya mehanika / Zh. Langranzh. – Izd 2-e – M.: 1950. – TI. – 640s.*

11. *Eyler L. Metod nahozhdeniya krivyih liniy obladayuschih svoystvami maksimuma libo minimuma i reshenie izoperimetricheskoy zadachi / L. Eyler. – M. Gostehizdat. 1934. – 540s.*

12. *Pavlovsky`j M.A. Teorety`chna mexanika / M.A. Pavlovs`ky`j. – K.: Tekhnika. 2002. – 512s.*

13. *Rakushev M.Yu. Prognozuvannya ruxu kosmichny`x aparativ na osnovi dy`ferencial`no-tejloriv`s`ky`x peretvoren` Monografiya / M.Yu. Rakushev. – Zh.: Vy`davec` O.O. Yevenok. 2015. – 324s.*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Баранов Г. Л., Комісаренко О. С.

Предметом исследования является формализация методологических основ моделирования процессов формообразования инновационных материалов по требованиям будущих аэрокосмических технологий. Тема конструктивной осведомленности и информационно-аналитического обеспечения необходимого для решений сложных динамических задач в условиях рисков и природного неопределенности связана с потребностями повышения достоверности прогнозов функционирования космических миссий на базе рациональных аэрокосмических технологий. Целью проведенного исследования является определение методологического базиса комплексного моделирования процессов формообразования будущих конструктивных композиционных материалов (ККМ) для работы в гетерогенных космических условиях многоаспектной влияния окружающей среды. Метод системного анализа Задачно систем направлен на формализацию методологической основы моделирования процессов функционирования сложных динамических систем с шагами синергетических трансформаций и преобразований атомно-молекулярной структуры композиционных составляющих в целевую вещество в процессах управляемых технологий инновационного формообразования ККМ.

Результатом работы является процедуры алгебраизации математических описаний типовых физических процессов в гетерогенных формах реализации многошаговых технологий формообразования ККМ с прогностическими свойствами. Выводы характеризуют область применения будущих материалов авиационно-космических технологий при необходимости ноосферы, что эволюционирует и меняется.

Ключевые слова: аэрокосмические комплексы, композиционные материалы, будущие технологии, моделирование, прогнозирование, испытания.

METHODOLOGICAL BASIS OF SIMULATION OF PROCESSES OF FORMING OF INNOVATIVE MATERIALS OF AEROSPACE TECHNOLOGY

Baranov G. L., Komissarenko O. S.

The subject the study is the formalization methodological foundations for the simulation the processes forming materials innovative materials on the requirements future aerospace technologies. The theme constructive awareness and informational and analytical support necessary for solving complex dynamic problems under conditions of risk and natural uncertainty is related to the need to increase the reliability of predictions of the operation space missions based on rational aerospace technologies. The purpose this research is to determine the methodological basis complex modeling forming processes of future constructive composite materials (CCM) for working in heterogeneous space conditions, many aspects the influence the environment. The method system analysis task systems is aimed at formalizing the methodological basis the simulation the processes functioning complex dynamic systems by steps synergetic transformations and transformations the atomic-molecular structure composite components into the target substance in the processes controlled technologies innovation formation of CCM.

The result the work is the algebraization procedures mathematical descriptions of typical physical processes in heterogeneous forms multi-stage technologies for forming CMC with prognostic properties. Conclusions characterize the scope of future materials aerospace technology, as needed, the evolving and changing noosphere.

Key words: aerospace complexes, composite materials, future technologies, modeling, forecasting, testing.