

Г.Л. Баранов, Київ
О.С. Комісаренко, Київ

ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ ФОРМОТВОРЕННЯ НОВИХ РЕЧОВИН

Abstract. The information technology of simulation of unified physical-chemical-hardware transformations of input raw materials into new special materials according to the ordered properties is offered.

Вступ. Наукові поняття світового рівня (на всіх існуючих мовах ООН) мають три форми: 1 – символічно-знакове чи кодове позначення-назва; 2 – лінгвістичний опис тлумачення сутності та сукупності властивостей, що притаманні означеному; 3 – чітке обмеження сфери застосування даного конкретного поняття відповідно до признаних відношень з іншими у околі сусідів єдиного інформаційного поля (ЄІП) комунікацій. Цей трикутник Фреге фіксує базові SPR сутності кожного загального поняття. Для опису складних динамічних систем (СДС), у межах яких можливі різні тимчасові угруповання (що за певних умов змінюються шляхом перегруповання базових складних з одночасним формотворенням інших або нових комбінаційних з'єднань) застосовують особливі правила. Відомі різні семантичні, онтологічні, синтаксичні, граматичні, морфологічні, фонетичні, прагматичні тощо) правила ієрархічного розкриття повноти знання кожного даного об'єкта інформаційної технології (ІТ). Знання повної сукупності правил (законів, закономірностей, явищ, процесів, змін, рухів, перетворень) конфігураційного простору ІТ дозволяє виконати інфонологічне моделювання даного реального об'єкта наукової діяльності за допомогою сучасних комп'ютерів, програмно-апаратних комплексів (ПАК) та мережних електронних систем комунікації. Результати – пам'ять систем управління базами даних (СУБД) ПАК згідно заданій темі задачних потреб.

Таким чином для опису необхідних моделей обов'язково потрібні зусилля на формування формалізованих фрагментів-документів автоматизовані системи інженерного документообігу (АСІД); які характеризують саме даний реальний об'єкт практики та процеси його життєдіяльності у актуальній СДС [1, 2].

Аналіз джерел та публікацій. Для сучасних та майбутніх інтелектуальних транспортних систем (ІТС) потрібні спеціальні інноваційні матеріали (СІМ), речовина яких повинна забезпечувати вимоги до цільових конструктивних комплексних матеріалів (ККМ), що є носіями ефективних властивостей функціональної стійкості елементів транспортної інфраструктури в різноманітних ситуаціях впливів потоків ВТЗ та факторів нестационарного ЗНОС [7, 8].

Кожний матеріал, як конкретна речовина практики ITS, має власні фізичні, хімічні та техніко-технологічні властивості. Опис фізичних властивостей застосовує поняття: агрегатний стан, більшість розмірів тіла; власні характеристики (колір, запах, вага, маса); гнучкі змінні параметрів (густина, щільність, електропровідність, діелектрична проникність, міцність, твердість); деформаційну здатність на фізичні сило-моментні та енергопотужні впливи гетерогенних факторів ЗНОС [5, 6].

Хімічні властивості СІМ визначає опис, що має поняття: атомний склад з відомих стійких елементів; будову молекул чи асоціатів з іонною організацією; власну здатність речовини вступати з іншими у хімічні реакції; гетерогенну залежність сукупності властивостей від особливих форм реалізації хімічних реакцій; динамічне варіювання активності хімічних з'єднань за умов нестационарних впливів ЗНОС зі змінами складу та концентрації реагентів. Різноманіття органічних хімічних речовин збільшує описи по відношенню до неорганічних реакцій [7, 9].

Інженерні техніко-технологічні рішення (ТТР) фіксують знання практики синтезу СІМ-ККМ з увагою на поняття: актуальність, безпечність, вірогідність надійності чи дефекту утворення, гарантоздатність функціонування в умовах ризиків та невизначеності прогнозних навантажень, достовірність оцінок життєвих циклів функціонування матеріалу при збігу наслідкових обставин у невизначених явищах [6].

В даному дослідженні за темою роботи та напрямом ІТ у сфері ергатичного застосування АСІД обмежимося описами, де фізико-хімічні поняття розкривають достовірність результатів моделювання процесів формотворення СІМ для застосування в об'єктах транспортної інфраструктури ITS майбутнього [3 – 5, 7, 9, 10].

Мета. Слід нагадати, що майже всі явища природи нелінійні, багатопараметричні, ієрархічні. В цілому такі властивості інтегровані гетерогенні моделі формують синергетичний ефект, який конкретно вимірюють існуючі апаратні прилади для вивчення СДС. Формування ЄІП та його фундаментальних базових елементарних (атомарних) моделей для СДС сучасної науки поки це недостатньо формалізовано. В той же час лінійні моделі та відповідні їм методи, що реалізують ПАК на сучасних комп'ютерах, дуже ефективні, але лише у сфері, яка фактично обмежена майже околom точки лінерізації [6].

Постановка проблеми. Відомо багато СДС, які мають певні властивості, що дуже важко пояснити з причин багатомірних нелінійних взаємовідношень у обмеженому просторово-часовому континуумі (ПЧК). Саме тут реалізуються системні життєві цикли даної організації з чисельними гетерогенними процесами та явищами, включаючи не керовані.

Методи моделювання, тобто вивчення природних об'єктивних феноменів на моделях, принципово обмежені. Можливі першопричини у

наслідок сфер спрощень, припущень, лінералізації та інших обмежень безпосередньо при формуванні СДС задачі та умов. Подібності між реальним, природним, об'єктивним у вигляді СДС та зображенням, штучним спрощенням у вигляді лише моделі. Цільові відношення існують й доцільні, але обов'язково повинні бути зафіксовані, описані, зазначені та оцінені з визначенням меж ефективного застосування даного заданого методологічно-наукового апарату. Без цього неможлива ситуація, яка гарантує реальні результати. Нагадує про одночасне існування іншої протилежної сфери невизначеності при порушеннях означених границь у практиці виробничих відношень з впливами означених границь ЗНОС.

Тому для однієї СДС чи складного об'єкта завжди існує багато корисних моделей. За допомогою кожної моделі розв'язують відповідну кількість аналогічних задач практики. Кожна задача (інша за принципами, сутністю, сенсом) потребує для отримання ефективного корисного, достовірного результату відповідну комбінаторну сукупність з математичних моделей [2].

Основний матеріал дослідження надамо як концептуальний аналіз та синтез системи моделювання процесів технологічного формотворення заданих властивостей СІМ (ККМ) [1, 8 – 10].

Принципово, якщо існує знання процесу технологічного формотворення у вигляді перетворення вхідних речовин (суміші зафіксованих властивостей

$$P(X) = \bigcup_{i=1}^n P_i \text{ у вихідні цільові речовини з бажаними } P(Y) = \bigcup_{j=1}^M P_j$$

властивостями, тоді зафіксована процедура $\psi \div P(X) \rightarrow P(Y)$ для СДС з потоковим описом часткових конкретних змін станів вхідних компонент суміші X у суто інші стани вихідних Y речовин. Поняття потоку насамперед визначає, що $X(t) \neq Y(t)$ та $Y = f(t, x)$, де параметр t визначає час динамічних складових процесів у означеному L^p просторі заданого технологічного агрегату (ТА) (рисунок), що реалізує необхідні й достатні умови для отримання цільового Y продукту. Кожний ТА виконує цільове формотворення, якщо має конкретні TESIMFO ресурси [4] та інструменти реалізації ТТР у L^p просторі його функціонування.

Таким чином інженерні-технологічні конструкції ТА принципово об'єднують три компоненти СДС $\langle X, \Psi, Y \rangle$, де відповідні множини мають деталізовані описи СОС для знання кожної складової.

Вхідні складові $X = (X_1, X_2, X_3)$ можливо згрупувати наступним чином. Множина X_1 визначає хімічний склад умов керованого впливу додаткових речовин для реалізації ТТР ψ – даним $ТА_k$. Множина X_2 визначає кожну цільову хімічну компоненту $x_2 \in X$, що на виході $ТА_k$

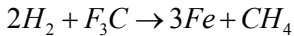
забезпечить отримання Y_2 речовини. Множина X_3 надає знання фізичних умов потокової технології з забезпеченням керованого стану параметрів (наприклад, P – тиск, C – концентрація речовини, θ^0 – температура у означеній точці простору чи об'єму).

Вихідні для TA_k відповідно складові $Y = (Y_1, Y_2, Y_3)$ декомпонуються за процесно-технологічним потоком наступним чином.

Множина Y_1 характеризує хімічний склад речовин, що відображають умови керованого впливу для реалізації наступним TA_{k+1} вхідних для його станів. Множина Y_2 визначає кожну цільову хімічну компоненту $U_2 \equiv X_2$ для перетвореного стану. Множина Y_3 також надає знання фізичних умов у вихідному просторі чи об'ємі, який може характеризувати вхідні умови X_3 для наступного TA_{k+1} .

Умовна три цільова концептуальна декомпозиція не забороняє за необхідністю. Додатково розрізнити підрівні, які суттєво впливають на цільовий продукт.

Ілюстраційний приклад запропонованої концепції формалізації процесів формотворення СІМ надамо для реалізації цільового отримання заліза



У відомому технологічному агрегаті [9].

Вхід $X_1 = 2H_2$ – газ водень, що вдують у об'єм конвертора.

Вхід $X_2 = Fe_3C$ – карбід заліза сировинна речовина.

Вхід $X_3 = -$ (тиск потоку водню, концентрація карбїду заліза, температура на вході конвектора).

Вихід $Y_1 = CH_4$ – газ метан, що відсмоктують для подальшого застосування у виробничих процесах.

Вихід $Y_2 = 3Fe$ – цільове чисте залізо продукт на виході конвектора.

Вихід $Y_3 = -$ (тиск-розрядження для ефективного відбору метану, концентрація заліза у об'ємі вихідного потоку, температура заліза у контрольованій технологічній точці виробництва).

У більшості складних описах за допомогою ІТ трирівнева декомпозиція забезпечує високу ефективність швидкої деталізації взаємовідношень кожного ієрархічного рівня хіміко-фізичних та технологічних обставин.

Запропонована КСЦМ концептуальна семантична цільова модель має три мета блоки: часткова модель ЗНОС звідки отримуємо необхідні TESIMFO ресурси; базова К модель СДС, яка одображає цільові перетворення вхідного X потоку під час його руху у просторі TA_k у вихідний Y ; часткова модель суміжних споріднених підсистем вимірювання значень якісних й кількісних

показників та гарантовано адаптивного управління процесом формотворення СІМ у межах $ТА_{k-1} \rightarrow ТА_k \rightarrow ТА_{k+1}$ з'єднання.

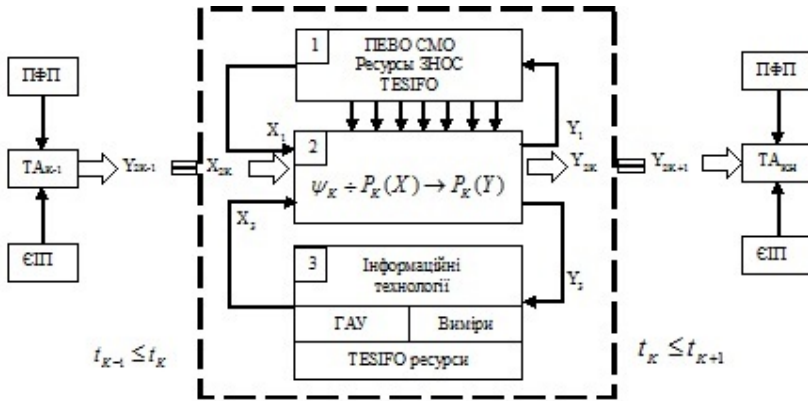


Рис. Схема КСЦМ як уніфікована формалізована декомпозиція об'єкта моделювання.

Внутрішня взаємодія з трьох підсистем та відповідно ланцюга з трьох зовнішніх ($ТА_{k-1} \rightarrow ТА_k \rightarrow ТА_{k+1}$) цільових технологічних агрегатів розподіляє функції інтерфейсної цілісності ($Y_{2k-1} \equiv X_{2k} \neq Y_{2k} \equiv X_{2k+1}$) процесної комунікації СДС у означеному ПЧК.

Трирівневий розподіл функцій дозволяє гарантувати існування ефективних трьох контурних потоків: необхідних й достатніх ресурсів для ініціалізації та підтримання роботи СДС; продуктивних цільових формотворень, змін складу, побудови структури СІМ; гармонійно узгоджених законів ГАУ відповідно до реального знання поточної ситуації та критерії в якості реалізації процесів корисного формотворення завдяки керованим масово-енергетичним та сило-моментними потенціалами даного $ТА_k$ у реакційній зоні ПЧК.

Слід звернути увагу, що наведена на рисунку схема КСЦМ у вигляді орієнтації потокових взаємодій (причинено-наслідкових відношень) дозволяє на стадії побудови (обчислювальних ТПМ) робочих базових моделей (РБМ) використовувати знання граничних параметрів й потенціалів.

Фіксування умов концепції задачі. Це означає, що можливі різні задачні умови стосовно завдань.

Якщо відомі x , тоді застосуємо $Y = f(t, x)$ прями функції.

Якщо дано у, тоді $x = f^{-1}(y, t)$ обернені функції.

Якщо на обох кінцях відомі частково x_i та y_i для локального ПЧК, тоді обираємо внутрішню проміжну точкову характеристику (x_k, y_k) , яка задовольняє умовам балансової тотожності у контурі саморефлексії $\{x_k = f^{-1}(y_k, t_k); y_k = f(x_k, t_k)\}$.

Згідно останнього випадку при комп'ютерному моделюванні завжди можна організувати процедури контролю обчислювальних перетворень. Наприклад, для покращення точності проміжних фазових координат об'єкта застосувати в задачах Коші опис закону динаміки [9]

$$\dot{x}_i(t) = \int \overline{i(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t), U_1(t), U_2(t), \dots, U_m(t))}, \quad (1)$$

де $x_i(t), \forall i = \overline{1, n}$ – фазові координати об'єкта, що моделюємо;

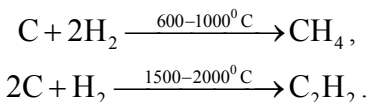
$U_j(t), \forall j = \overline{1, m}$ – керовані впливи, що надходять відповідно з блоків 1 та 3 на блок 2 реакційного ТА_к.

В об'єктах СДС обчислення для моделювання (1) застосовують знання координат у даний (заданий) момент часу ($t = t_k = t_{k-1} + h$), де

$h = \frac{T_{\max} - T_0}{N}$ крок доцільної за точністю дискретизації інтервалу процесу у

ПЧК з заданими умовами.

Відомі, базові, незмінні параметри для кожної часткової задачі та відповідно конкретній РБМк отримуємо з СУБД ПАК моделювання. Насамперед, для параметризації РБМ можна за запитом отримати значення температури та каталізаторів (Ni або Pt) для реакцій взаємодії графіту з воднем у означених умовах



В таблицях СУБД КМПД для карбідів металів (Ti, Fe, Ni, W) або карборунда SiC містяться відповідні дані: твердість, тугоплавкість, жаро та хімічна стійкість, електропровідність тощо.

Категорії понять узагальнені для технології моделювання об'єктів СДС в цілому. Фізична семантика складності реального об'єкта відображається завдяки подібності опису об'єкта та моделі в однозначних категоріях СОС з фіксацією ключових знань SPR. Інтелектуальна уніфікована КСЦМ, як узагальнення полягає у однорідних ізоморфних описах: сутності субстанції S; в заданій системі особливості властивостей P для кожного учасника взаємодії; специфіки відношень R між ними, яка суттєво залежить від властивостей ЗНОС у кожному локальному ПЧК.

Таким чином базовими поняттями для будь-яких СДС та задач моделювання реальних об'єктів є визначення самого ПЧК у наступній формі Р.О. ди Бартини [10].

$$L^{\rho}T_d^s, \quad (2)$$

де зафіксовані лише дві складові L для просторових сутностей, T для часових неперервних змін.

Реальна множина опису подій у ПЧК визначається за допомогою трьох алгебраїчних цілочисельних індексів:

$\rho = (-2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6)$ для ідентифікації просторових відношень;

$s = (-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3)$ для індивідуальної індикації часових відношень;

$d = (\rho + s) = (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3)$ для системних симетруючих умов існування кожного окремого поняття у загальному просторі конфігурацій без повторення унікальності.

В роботах [2 – 5] конкретні поняття ПЧК розділені на три групи: вузлові динаміка з 12 понять; грані g_j – кінематика з 12 відповідних понять; ребра P_{ij} – статика з 22 понять. Отримана конфігурація задовольняє відомим умовам Ейлера для опуклих многокутників [11], що підтверджено нашим ЄПП.

$$(V + G) - P = 2 = (12 + 12) - 22 = 2.$$

Коди запропонованого ЄПП відповідають наступній формалізації. З точки зору технології моделювання та застосування теорії графів [12 – 13]. Кожний вузол V_i це спільна точка з'єднаних ребер або перетин трьох граней у триграннику. Можливий випадок коли поєднуємо в одній спільній точці два різних тригранника, що розширює умову перетину до 6 граней даної композиції. Кожне ребро $P_{ij}(V_i \rightarrow V_j)$ це спрямоване з'єднання двох різних вузлів або перетин мінімально двох різних граней опуклого многокутника. В СУБЗ КМ-ПД по кожній з вище означених груп надано відповідний склад понять.

Вузли – поняття динаміки: 1 – дія $L^{+5}T_{+2}^{-3}$ або момент кількості; 2 – швидкість передачі дії $L^{+6}T_{+2}^{-4}$; 3 – імпульс $L^{+4}T_{+1}^{-3}$ або заряд; 4 – момент дії $L^{+6}T_{+3}^{-3}$; 5 – момент інерції $L^{+5}T_{+3}^{-2}$; 6 – об'ємна швидкість зміщення $L^{+4}T_{+3}^{-1}$; 7 – енергія $L^{+5}T_{+1}^{-4}$ або момент сили; 8 – швидкість передачі енергії $L^{+6}T_{+1}^{-5}$; 9 – маса $L^{+3}T_{+1}^{-2}$ кількість матерії; 10 – швидкість зміни сили $L^{+4}T_{-1}^{-5}$; 11 – кутове прискорення маси $L^{+3}T_{-1}^{-4}$; 12 – зміна потужності $L^{+5}T_{-1}^{-6}$.

Грані g_j індексовані поняття траєкторних подій у ПЧК як кінематики

руху: <1 – об’ємні витрати $L^{+3}T_{+2}^{-1}$; 2 – зміна об’ємної щільності $L^{-1}T_{-3}^{-2}$; 3 – зміна кутового прискорення $L^0T_{-3}^{-3}$; 4 – градієнт $L^{+2}T_{-1}^{-3}$ emx; 5 – обільність проникнення $L^{+2}T_{+1}^{-1}$; 6 – прискорення $L^{+1}T_{-1}^{-2}$; 7 – об’ємна щільність струму $L^{+1}T_{-3}^{-4}$ або потоку; 8 – тиск $L^{+2}T_{-2}^{-4}$; 9 – зміна тиску $L^{+2}T_{-3}^{-5}$; 10 – потужність поверхні $L^{+3}T_{-2}^{-5}$; 11 – поверхня простору $L^{+2}T_{+2}^0$; 12 – магнітний момент $L^{+4}T_{+2}^{-2}$ >.

Для вузлів та граней списки складових понять мають по 12 елементів.

Переліки ребер $P_{ij}(B_i \rightarrow B_j)$ угрупуємо шляхом використання властивості індексу $d = (p + s)$. З 7 окремих списків для формування базових понять статички станів СДС масмо наступні групи коди.

$d = +3$ – поняття 2 статички: <об’єм простору $L^{+3}T_{+3}^0$; обсяг часу $L^0T_{+3}^{+3}$ >.

$d = -3$ – відсутня класифікація бо вона є у кінематиці з 4 понять.

$d = +2$ – поняття: <тривалість відстані $L^{+1}T_{+2}^{+1}$; поверхня часу $L^0T_{+2}^{+2}$ >.

$d = -2$ – поняття 3 статички: <щільність струму $L^{+1}T_{-2}^{-3}$; кутове прискорення щільності $L^0T_{-2}^{-2}$; щільність заряду $L^{-1}T_{-2}^{-1}$ >.

$d = +1$ – поняття 2 статички: <довжина $L^{+1}T_{+1}^0$; період тривалості $L^0T_{+1}^{+1}$ >.

$d = -1$ – поняття статички: <частота $L^0T_{-1}^{-1}$; зміна провідності $L^{-1}T_{-1}^0$; зміна магнітного проникнення $L^{-2}T_{-1}^{+1}$ >.

$d = 0$ – окіл 9 основи статички: <щільність передачі потужності $L^{+6}T_0^{-6}$; потужність $L^{+5}T_0^{-5}$; сила $L^{+4}T_0^{-4}$; потік $L^{+3}T_0^{-3}$ струм; різниця потенціалів $L^{+2}T_0^{-2}$; швидкість $L^{+1}T_0^{-1}$; дві константи для індексного відзначення різних груп подібності $L^0T_0^0$; провідність $L^{-1}T_0^{+1}$; магнітне проникнення $L^{-2}T_0^{+2}$ >, у цьому переліку 9 понять фіксованого коду-стану.

Алгебраїзовані взаємозалежності між поняттями метризованого вище описаного ПЧК визначимо наступним чином.

Відомо поняття сили за Ньютоном $F = m \cdot a$ це тотожне за алгебраїчними законами $L^p T_d^s$ визначення операції для кожного індексу окремо.

$(L^{+3}T_{+1}^{-2} \equiv \text{маса}) \cdot (L^{+1}T_{-1}^{-2} \equiv \text{прискорення}) = (L^{+4}T_0^{-4} \equiv \text{сила})$.

Продовжуємо алгебраїчні закономірності:

$(L^{+1}T_{+1}^0 \equiv \text{довжина})^2 = (L^{+2}T_{+2}^0 \equiv \text{поверхня простору})$.

$(L^{+1}T_0^{-1} \equiv \text{швидкість})^2 = (L^{+2}T_0^{-2} \equiv \text{різниця потенціалів})$.

$(L^{+2}T_{+1}^{-1} \equiv \text{обільність проникнення})^2 = (L^{+4}T_{+2}^{-2} \equiv \text{магнітний момент})$

$(L^{-1}T_0^{+1} \equiv \text{провідність})^2 = (L^{-2}T_0^{+2} \equiv \text{магнітне проникнення})$.

В той же час виконуються інші системні залежності:

$(L^{+4}T_0^{-4} \equiv \text{сила}) \cdot (L^0T_{+2}^{+2} \equiv \text{поверхня часу}) = (L^{+4}T_{+2}^{-2} \equiv \text{магнітний момент})$

Диференціальні залежності як часткові похідні зберігають у єдиному символно-координатному базисі фундаментальні фізичні залежності:

$\frac{\partial}{\partial T} (L^{+2}T_{+1}^{-1} \equiv \text{обільність проникнення}) = (L^{+2}T_0^{-2} \equiv \text{різниця потенціалів})$

$\frac{\partial}{\partial T} (L^{-2}T_0^{+2} \equiv \text{магнітне проникнення}) = (L^{-2}T_{-1}^{+1} \equiv \text{змiна магнітн проникнення})$

$\frac{\partial}{\partial T} (L^0T_{-2}^{-2} \equiv \text{кутове прискорення швидкості}) = (L^0T_{-3}^{-3} \equiv \text{змiна мкутового проникнення})$

$\frac{\partial}{\partial L} (L^{+4}T_0^{-4} \equiv \text{сила}) = (L^{+3}T_{-1}^{-4} \equiv \text{кутове проникнення маси})$

$\frac{\partial^2}{\partial L \partial T} (L^{+1}T_{+1}^0 \equiv \text{довжина}) = (L^0T_{-1}^{-1} \equiv \text{частота}) = \frac{\partial^2}{\partial T^2} (L^0T_{+1}^{+1} \equiv \text{період тривалості})$

$\frac{\partial^2}{\partial L \partial T} (L^{+1}T_0^{-1} \equiv \text{швидкість}) = (L^0T_{-2}^{-2} \equiv \text{кутове прискорення щільності})$

$\frac{\partial^2}{\partial L \partial T} (L^{+6}T_{+1}^{-5} \equiv \text{швидкість передачі енергії}) = (L^{+5}T_{-1}^{-6} \equiv \text{змiна потужності})$.

Наведені приклади не вичерпують всю повноту системних взаємозалежностей у конфігураційному двопараметричному просторі $L^0T_d^s$ з 46 базових понять ІТ та сучасної науки. При взятті похідних були не визначені відповідні числені коефіцієнти, щоби більш підкреслити сутність теорії розмірності при інтерпретаціях сенсу понять на рівні означених категорій множинного застосування під час моделювання. Звертаємо увагу, що для моделювання завжди обираємо масштаб подібності, який визначає відповідні безрозмірні коефіцієнти. Наприклад, відносні одиниці $[0, 1]$ у означеному інтервалі з заданим масштабом дозволяють ефективно реалізувати рішення в області оригіналу реальної природи явищ. Для ілюстрації спроможності отримувати такі поняття, які в групі базових 46 понять явно не визначені, розглянемо поняття T^0 температури. Будемо спиратись на відомий закон термодинаміки у вигляді аналітичного виразу:

$$P \cdot V = RT^0K, \text{ або } \frac{P \cdot V}{R} = T^0K$$

Треба знати поняття: P – тиск, V – об'єм та R – коефіцієнт для обраної шкали виміру (Кельвіна чи інші).

За нашим вимірним простором $L^p T_d^s$ даний вираз набуває вигляду

$$(L^{+2} T_{-2}^{-4} \equiv \text{тиск}) \cdot (L^{+3} T_{+3}^0) = (L^{+5} T_{+1}^{-4} \equiv \text{енергія або момент сили}).$$

Згідно отриманої закономірності $T^0 K$ дійсно розкриває сенс наявності різних видів енергії. В кожних конкретних явищах можливо звертати увагу на особливість й специфіку даного виду енергії. В термодинаміці за традицією тепловий вид енергії відображається в потенціалах, включаючи поняття температури, яку можливо вимірювати наявними відповідними приладами з метрологічною точністю. Але само поняття тепла енергія зберігає фізичний сенс та забезпечує можливість контролювати обчислення за різними формулами. Такий спосіб контролю згідно розмірностей змінних дозволяє виключати похибки, що можливі у формальних описах математичних моделей. Тому завжди додатково фіксуємо умови їх раціонального застосування.

Висновки

1. Подальший розвиток інтелектуальних інформаційних технологій та засобів системо-аналогового моделювання забезпечує прискорене вірогідне прогнозування, оцінювання і комплексне випробування техніко-технологічних рішень стосовно цільового формотворення спеціальних інноваційних матеріалів майбутнього, яке прогнозуємо.

2. Синергетичний багатокритеріальний інтегрований ефект інфологічного моделювання складних процесів формотворення майбутніх речовин гарантують принципи причинно-наслідкових відношень з урахуванням: категоріальних знань, з'єднань часток у єдине ціле; виконання норм розмірності та метрології; суворого дотримання умов існування масштабів подібності по фундаментальним змінним, що моделюємо.

3. Засоби системо-аналогового моделювання з урахуванням ієрархічних взаємовідношень у межах СДС одночасно виявляють на кожному кроці (варіативного пошуку) синтезу можливі недоліки, відхилення від замовлених властивостей та різке зростання небажаних-зайвих витрат ресурсів. Саме такі особливості символічно-аналітичних знань сучасної науки дозволяють своєчасно змінювати таке ситуативне крокове техніко-технологічне рішення (на конкретному етапі-процесі). Тоді завдяки оперативного коригування за обґрунтованими оцінками показників ефективності гармонізуємо локальні й глобальні майбутні навантаження на матеріали, що несуть навантаження від факторів впливу нестационарного зовнішнього середовища.

1. *Баранов Г.Л.* Технологія інтеграції гетерогенних процесів моделювання формотворення матеріалів для майбутніх транспортних систем / Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 3 (41). – С.24-33.
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. Матеріалознавство металів, кераміки і композитів: класичне надбання і сучасні тенденції: Неорганическое материаловедение. Энциклопедическое издание в 2-х томах (3-х книгах) / Под ред. Г. Г. Гнесина и В. В. Скорохода. – К.: "Наукова думка", 2008. – 2900 с.
4. *Афтанділянц Є.Г.* Матеріалознавство / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько / Підручник. К.: Вища освіта, 2012. – 548 с.
5. Сопротивление материалов и основы строительной механики: – К.: Выща. шк. Головное изд-во, 1989. – 5 табл., 189 ил. – Библиогр.: 22 назв.
6. Справочник по сопротивлению материалов /Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. / Изд-во. – К.: «Наукова думка», 1975. – 704 с.
7. *Баранов Г.Л., Макаров А.В.,* Структурное моделирование сложных динамических систем. – Киев: Наук. Думка, 1986. – 272 с.
8. *Баранов Г.Л.* Формування основ метризації ресурсних знань поліергачичних 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. *Лангранж Ж.* Аналитическая механика / Ж. Лангранж. – Изд 2-е – М.: 1950. – Т1. – 640 с.
10. Комісаренко О.С., д.т.н., проф. Баранов Г.Л., Макаров В.О. Питання інтеграції гетерогенних процесів для майбутніх транспортних систем // Матеріали восьмої міжнародної науково-технічної конференції. Сучасні напрямки розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління (26-27 квітня 2018 року). – Полтава-Баку-Харків-Жиліна. – 2018. – С.65.
11. *Баранов Г.Л., Комісаренко О.С.* Гетерогенні процеси моделювання матеріалів для майбутніх транспортних систем // Тези доповідей десятої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатизації» (12-13 квітня 2018 року). – Київ. – С.24.
12. *Баранов Г.Л., Комісаренко О.С.* Інтегровані засоби інтелектуального формотворення конструкційних матеріалів транспортної галузі // матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми математичного моделювання» (23-25 травня 2018 року). – м. Кам'янське. – 2018. – С.181.
13. *Баранов Г.Л., Комісаренко О.С.* Матеріалознавство в технологіях формотворення майбутніх конструктивних носіїв складових транспортних систем // 78-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (17.05 – 18.05.2018 р., м. Дніпро, ДНУЖТ ім. академіка В. Лазаряна). – С.286.

Поступила 10.09.2018р.