

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КОМІСАРЕНКО ОЛЕНА СЕРГІЇВНА



УДК 004.942:007

**ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Баранов Георгій Леонідович**, професор кафедри інформаційних систем і технологій, Національного транспортного університету, м. Київ

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Барабаш Олег Володимирович**, професор кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, м. Київ

доктор технічних наук, старший науковий співробітник **Ракушев Михайло Юрійович**, професор кафедри застосування космічних систем та геоінформаційного забезпечення інституту забезпечення військ (сил) та інформаційних технологій, Міністерство оборони України, м. Київ

Захист відбудеться «23» грудня 2020 року о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.01 при Національному транспортному університеті, за адресою: 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, зал засідань ауд. 333

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного транспортного університету, за адресою: 01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42.

Автореферат розіслано «20» листопада 2020.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.01
кандидат технічних наук, професор

 О.І. Мельниченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Згідно статистики за результатами International Data Corporation у 2017 р. обсяг створених людством даних вже становив близько $5,5 \cdot 10^9$ Гігабайт. На 2020 р. він перевищить $4 \cdot 10^{10}$ Гігабайт. При цьому обсяг корисної інформації за різними оцінками перебуває у межах 23-35%. Обсяг даних, які вдається проаналізувати та використати засобами інформаційних технологій (ІТ) для моделювання – у межах 1-3% від загальної кількості предметного знання, що складає 13% корисної інформації. Тому, при забезпеченні адекватності та достовірності моделювання процесів створення нових функціональних матеріалів (ФМ) у різних галузях визначальні проблеми пов'язані не з необхідністю великих обсягів даних, а з відсутністю саме ефективних моделей, методів та засобів ІТ. Поняття функціональних матеріалів застосовується для визначення ідеї можливості практичного використання замовлених властивостей за інноваційних (поки ще неіснуючих на практиці) елементів складної динамічної системи (СДС). Ергатичні (human machine inter connection (НМІ) за активною участю інтелектуального агента системи (ІАС) - людини оператора) та поліергатичні виробничі організації (ПЕВО) у сферах цифровізації діяльності державного управління все ширше застосовують традиційні накопичувальні інформаційні сховища на основі технології BigData. В той же час необхідні більш якісні функціональні матеріали за потреб покращення експлуатації техногенно-природних комплексів (ТПК). Тому, для керованого їх створення необхідна розробка інфологічних моделей для врахування реальних місцевих обмежень, обґрунтування комплексу міждисциплінарних, багатоагентних розв'язувачів, що досягають заданої мети. Саме це складає важливе науково-прикладне завдання дисертаційного дослідження, яке розв'язується з врахуванням різноманіття інфологічної інтеграції та кодових взаємодій при обробленні потоків даних. В об'єктах кожної складної динамічної системи урахування перспективних вимог практики неможливе без властивостей поступового наближення до інноваційних техніко-технологічних рішень. Процеси створення функціональних матеріалів частіше передбачають їх застосування в об'єктах інтелектуальних транспортних систем згідно програм за потреб транспорту.

Теоретичні засади необхідних процедур створення нових рішень та застосування їх у транспортних системах обґрунтували у своїх роботах П.І. Андон, П.І. Бідюк, Р.О. ді Бортіні, В.М. Глушков, М.З. Згуровський, Д. Кнут, Н.Д. Панкратова, Б.С. Радовський, І.В. Сергієнко, W.V. Jonson, F.F. Lange, G.J. Zhang та інші. Практичне застосування теоретичних засад продемонстрували в своїх роботах Аль-Амморі А.Н., Баранов Г.Л., Боровий М.О., Воркут Т.А., Гамеляк І.П., Данчук В.Д., Мозговий В.В., Прокудін Г.С., Lotfi A. Zadeh та інші. Поняття інфологічного моделювання означає, що бажаний об'єкт описується у категорійних поняттях, які однозначно відображають властивості та відношення об'єкта у цифрових моделях необхідних для задач моделювання. Завдання підвищення достовірності моделювання процесів створення нових функціональних

матеріалів на сьогодні значною мірою не є розв'язаними, що і визначає актуальність теми дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано за планами наукових, науково-технічних програм «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р), «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2017-2021 роки» (Постанова Кабінету Міністрів України від 18.10.2017 р. № 980). У рамках науково-дослідних робіт Національного транспортного університету Міністерства освіти науки України: «Технічні та організаційно-методичні основи забезпечення розвитку транспортних систем на основі сучасних інформаційних технологій» (НДР №36 Держреєстрація 0107U009612, 2017 р., з Міністерством освіти і науки України).

Мета та наукові завдання дослідження.

Мета дослідження: розробка науково-методологічного апарату для інфологічного моделювання процесів синтезу функціональних матеріалів, спрямованого на підвищення достовірності та прискорення об'єктно-орієнтованих розв'язків дискретних багатокритеріальних задач пошуку раціональних процесів створення матеріалів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **наукові задачі:**

1. Проаналізувати сучасний стан автоматизованого створення функціональних матеріалів.
2. Обґрунтувати методи створення функціональних матеріалів засобами інформаційних технологій.
3. Розробити засоби інфологічного моделювання процесів створення ФМ з заданими експлуатаційними якостями.
4. Оцінити ефективність запропонованих засобів інфологічного моделювання процесів створення функціональних матеріалів.

Об'єктом дослідження процес автоматизації інфологічного моделювання матеріалів функціонального призначення.

Предметом дослідження – моделі, методи та засоби ергатичного моделювання з застосуванням баз даних для інфологічного розв'язання задач синтезу функціональних матеріалів.

Методи системного аналізу для досліджень базуються на застосуванні: інструментальних засобів; програмної інженерії; зокрема об'єктно-орієнтованих методів аналізу та синтезу програмно-апаратної взаємодії; математичного апарату теорії множин; експертних методів для лінгвістичного управління й ергатичного моделювання на базі логіки, подібності, розмірності; теорії прийняття рішень, графів і структур.

Наукова новизна отриманих результатів. Основний науковий результат полягає у розробці науково-методологічного апарату для інфологічного моделювання процесів синтезу функціональних матеріалів, спрямована на підвищення достовірності та прискорення об'єктно-

орієнтованих розв'язків дискретних багатокритеріальних задач пошуку раціональних процесів створення матеріалів.

Вперше:

- науково обґрунтована та розроблена алгебраїчна система інфологічного моделювання процесів створення функціональних матеріалів, яка на відміну від відомих методів, КМ-ПД комплексно визначає повноту кодів базових понять, що дозволяє прискорити розв'язки прямих та обернених багатокритеріальних задач синтезу інноваційних ФМ;

- науково обґрунтовано та запропоновано інформаційно-аналітичну систему кодування ланцюгових процесів створення функціональних матеріалів, яка у порівнянні з традиційними побайтними описами забезпечує бінаризацію прискорення, достовірності і точності вхідних і вихідних даних.

Удосконалено:

- модель використання технологій інфологічного моделювання процесів створення ФМ для майбутнього застосування, яка на відміну від відомих враховує технічне обладнання засобів управління з метою збереження їх стійкості до корисного навантаження;

- методику обґрунтування за критеріями механічної міцності з'єднання поверхонь умов застосування функціональних матеріалів, яка на відміну від відомих технологій поєднує: кодовані предикати цільового термодинамічного керування у вигляді багаторівневих структур, завдань та директивно-командних лінгвістичних форм, функцій, описів діяльності;

- методику виконання відповідних процедур моделювання надзвичайних ситуацій, яка на відміну від існуючих, зазначає структурні взаємозв'язки протягом заданого часу перехідного процесу ухилення від факторів впливу середовища.

Набуло подальшого розвитку:

- математичні моделі та методи автоматизації функцій та завдань з побудови нових процесів моделювання, у яких, на відміну від чисельних процедур розв'язків, реалізуються символічно-аналітичні степеневі перетворення кодів, що забезпечують прискорені дії предикативно керованого створення функціональних матеріалів;

- стратегія управління об'єктами з функціональними матеріалами, яка на відміну від відомих дозволяє: передбачити ефективні компенсаційні механізми, щоб уникнути небажаних подій;

- технологія використання КМ-ПД у полієргатичних виробничих організаціях, яка на відміну від відомих прискорює: комплексну взаємодію експертів різних галузей знань, для синтезу потрібних матеріалів і мінімізації витрат ресурсів в умовах лінгвістичної неповноти.

Достовірність отриманих результатів. Достовірність підтверджується використанням методів ергатичного моделювання в інформаційних технологіях, постановкою процесів символічної та числової обробки даних, співпадінням з результатами тестування та достовірними фактами натурних спостережень, узгодженістю з результатами інших авторів для еталонних задач відповідно теорії систем подібності та розмірності.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розробка науково-методологічного апарату для інфологічного моделювання процесів синтезу функціональних матеріалів, спрямована на підвищення достовірності та прискорення об'єктно-орієнтованих розв'язків дискретних багатокритеріальних задач пошуку процесів створення матеріалів.

Зокрема, ці методи впроваджено у наукових результатах дослідження, та підтверджено впровадженням на ТОВ «Софтлайн ІТ» (акт впровадження від 28.12.2018 р.), ГА «Асоціація фахівців у сфері цивільного захисту» (акт впровадження від 21.12.2018 р.), та Управління «Екології, енергоменеджменту та охорони праці» Маріупольської міської ради (акт впровадження від 26.11.2018 р.), а також використовувалася при проведенні навчального процесу у ДВНЗ «Приазовському державному технічному університеті» (акт впровадження від 13.11.2018 р.) та Національному транспортному університеті (акт впровадження від 31.01.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Теоретичні положення, розробки та висновки, які наведені у дисертації, є результатом самостійних наукових досліджень автора. Всі теоретичні, методологічні і концептуальні розробки, представлені у пункті «Наукова новизна одержаних результатів», отримані автором самостійно. При підготовці публікацій зі співавторами внесок автора був визначальним: у [2, 5, 8, 11] – розроблено методи та засоби інфологічного моделювання, у [1, 4, 6, 10] – розроблено структурно-лінгвістичні методи взаємно-однозначного кодування інформаційних шаблонів, у [3, 7, 9, 12] – методи прийняття рішень у точках розгалуження дії засобів ІТ.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 10-й, 13-й Міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми інформатизації» (м. Київ, ДУТ, 2016-2019 рр.), XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Авіа-2017» (м. Київ, НАУ, 2017 р.), LXXII - LXXV наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, НТУ, 2016-2019 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розбудова економічної освіти та формування основ фінансової грамотності учнівської молоді – основа розвитку громадянського суспільства та становлення економіки знань» (м. Київ, Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017 р.), 2-гій науково-практичній конференції «Аерокосмічні технології» (м. Київ, Державне космічне агентство України. Національний центр управління та випробування космічних засобів, 2018 р.), II міжнародній науково-практичній конференції (м. Київ, КНУ ім. Т.Шевченка, 2018 р.), Всеукраїнській науково-методичній конференції «Проблеми математичного моделювання» (м. Кам'янське, ДДТУ, 2018 р.), 78 міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпро, ДНУЖД ім. академіка В.Лазаряна, 2018 р.).

Публікації. По темі дисертаційної роботи опубліковано 27 наукових праць, із них: 11 статей у виданнях іноземних держав або у наукових

фахових виданнях, що входять до переліку затверджених ДАК України, 12 праць апробаційного характеру, 1 колективна монографія, 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг складає 280 сторінок, з яких 120 сторінок основного тексту, 32 рисунка, 42 таблиці та 57 формул.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі на основі проведених досліджень і порівняльного аналізу відомих публікацій обґрунтовано актуальність вибраної теми і поставлено наукове завдання, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Визначено предмет, об'єкт та задачі дослідження, визначено методи їх рішення. Надана наукова новизна, практична значимість отриманих результатів та відомості про публікації і апробації результатів дослідження процесів створення функціональних матеріалів (ФМ).

Перший розділ «Аналіз сучасного стану автоматизованого створення функціональних матеріалів». У складі автоматизованої системи інженерного документообігу за критеріями предметної області та практичної ефективності виконано аналіз існуючих методів розв'язання актуальних задач ІТ. Результати аналізу літературних джерел показали, що існуючі методи розв'язання задач моделювання процесів створення ФМ не враховують специфіку умов їх експлуатації та ергатичних взаємовідношень між ІАС у тимчасово спільній ПЕВО з єдиним інформаційним простором (ЄІП). Результати аналізу джерел свідчать, що кожен експерт застосовує власні ПАК, яким він володіє. Внаслідок міждисциплінарної розбіжності обізнаностей ІАС та прояву природної невизначеності (складності повного опису інструкцій по експлуатації конкретних програм даного розробника) при схожості оригінальних об'єктів та інноваційної відмінності замовлених спеціалізацій виникає термінологічна невідповідність розрахункових моделей. Наприклад, не тотожні моделі за цілями підвищення точності знання: геометрії та топології; хімічних сполук та фізичних станів речовини; термодинаміки зовнішніх відношень та внутрішніх явищ стійкості будови природних та штучних ФМ. Тому частіше автори зводять проблему до розв'язку часткової актуальної задачі. Для цього вони рекомендують нові мови програмування. Але такий підхід вимагає повного знання області раціонального застосування ІТ та програмно-апаратного комплексу. З причин відсутності якісних описів для прийняття рішень ІАС-ОПР – майбутній споживач ІТ все це в повній мірі не знає. На всіх рівнях ієрархічних взаємодій різних фахівців, експерти мають власні засоби ІТ, сховища даних та багато додатків. На основі виконаного аналізу сучасних програмних засобів ІТ поставлено часткові задачі за темою дослідження, які актуальні й мають практичне значення.

Другий розділ «Обґрунтування методів створення функціональних матеріалів засобами інформаційних технологій». Проведено

структуризацію моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань поліергатичних виробничих організацій для створення ФМ. Завжди у людській діяльності та пошуках нових ІТ виникають невизначені задачі. Завдання (замовлення) описують об'єкт та спільну взаємодію оригінальних властивостей та відношень за потреб відкритих систем практики. Інформаційні дані BigDate про такі описи частіше є у лінгвістичних формах.

В дисертації запропонована концептуально-семантична цільова модель (КСЦМ), що єднає під одним кодом трійку понять (STC – Space Time Code). Уніфікація забезпечила оцінку та вибір співвідношень між розмірами частинок сполук реагуючих для утворення компонентів речовини. Конструктивні шари й прошарки (різної товщини) обираються за заданими критеріями. Досліджено умови цілеспрямованої реакцій експертів ІАС. Оцінено та обґрунтовано технології автоматизації реалізації замовлень за принципами Agile для комплексних обчислень замовлених об'єктів, що моделюємо. Визначено архітектуру комплексної моделі – програмної дії (КМ-ПД), технологічні умови та засоби формування початкових станів поліергатичного моделювання об'єктів. Режими комплексного дослідження реалізуються у формах підсистем диспетчерського управління та автоматичних підсистем планування режимів. Тому практика глобальної інтеграції вимагає мінімізацію витрат $\min \sum_i \Delta \tau_i$ часу ІАС та застосування максимально ефективних засобів ПАК, у межах «хмарних» ІТ мереж.

Реалізація запропонованої нами архітектури системи КМ-ПД для автоматизації ергатичного моделювання процесів створення ФМ не має принципів обмежень. За потреб ІТS можливі додатки до наявних знань, ресурсів, запасів. Розвиток обчислювальної техніки та прикладної математики буде знімати обчислювальні складнощі у вирішенні, актуальних задач, які важкі за критеріями значних витрат ресурсів ІТ. Підвищення надійності, зростання швидкодії та об'ємів оперативної та зовнішньої пам'яті, характерно для «хмарної» технології. Але такі інформаційні засоби в прийнятні терміни для нанотехнологій не завжди дозволяють вирішувати типові задачі. Інфологічне моделювання, що спрямовано на пошук точно визначених етапів створення функціональних матеріалів передбачає наступний перелік методів:

- складання та упорядкування системи рівнянь, що описують ТПК, роботу оригінальних об'єктів, реакція ФМ в реальних умовах;
- розроблення методів і способів розв'язання системи рівнянь щодо цільової функції взаємодій між компонентами функціональних матеріалів;
- устанавлення адекватності розроблених математичних моделей, що характеризують тему дослідження за участю накопичених знань, та відповідають фактичним даним, параметрам, критеріям, обмеженням.

Обґрунтування методики процесів створення функціональних матеріалів дозволяє ПАК КМ-ПД значно скорочувати час прогнозування ТТР на такі завдання, які подібні та запам'ятовано у фазах попереднього застосування за темою необхідних баз даних до символічно сформованих моделей. Всі кортежі фактичних документів оцифровані у єдиному

інформаційному просторі (аналізу математичної моделі, коригування параметрів рівнянь моделі на основі отриманих даних фізичного моделювання, перевірки відповідності моделі реальному об'єкту і актуалізація інфологічних кортежів). Бази знань містять предикатні правила для почергових типових кроків застосування КСЦМ. Інтеграція повного комплексу підтримки прийняття рішень ПЕВО передбачає: опис з рекомендацій щодо конкретних дій ПЕВО; швидку реалізацію розрахунків, моделювання, випробування, коригування та оформлення ТТР; впровадження у промислових масштабах ПЕВО актуальних ТПК.

Третій розділ «Розробка засобів інфологічного моделювання процесів створення функціональних матеріалів з заданими експлуатаційними якостями». Базові поняття процесів моделювання ФМ передбачають побудову фазових діаграм, а також описи багатокомпонентних робочих процедур. Синтез ФМ можливий згідно семантики лінгвістичних понять, що мовно декларують у заданих умовах їх механічні властивості. Результати цільового формування структури взаємодії та параметрів матеріалів при різних термодинамічних умовах визначаються за рахунок опису коду уніфікованих алгебраїчних функцій. Особливості покорокового формування структури (наприклад, композиційних керамічних складових на базі доцільних ФМ) фіксуємо засобами процесорних інфологічних моделей, що апробовані. Описи початкового та цільового складу та структури ФМ, що мають специфіку, семантику, онтологію, кодований міст понять однозначно відображаються запропонованою граматиною автоматних перетворень вхідних завдань та КСЦМ.

Режими імітаційного ергатичного моделювання за допомогою КМ-ПД, обумовлюють взаємодію, яка досягається завдяки лінгвістичним шаблонам, зрозумілих ІАС та сприйнятих ПАК каналів віддаленого зв'язку. Символьна комунікація забезпечує якість застосування знань, функцій, досвіду й місцевої сировини. В твердому тілі з функціональних матеріалів кожна точка просторового шару деформації характеризує умови пропорційного напруження в рамках інтегро-диференціального опису при застосуванні STC-поняття тиск $[L^{+2}T_0^{-4}]$.

$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{F}}{S} \text{ або } \sigma_n = \frac{dF}{dS}, \quad (1)$$

де вектор $\bar{F} [L^{+4}T_0^{-4}]$ сили впливу у 3D просторі діє на S поверхню $[L^{+2}T_0^{-2}]$. з заданою точкою опису процесу, який у триграннику Ейлера визначає вздовж орт ортогональних координатних векторів відповідні геометричні проєкції тиску.

$$\sigma_n = \sigma_x n_x + \sigma_y n_y + \sigma_z n_z. \quad (2)$$

Тензор при $\theta_{min} < \theta < \theta_{max}$ має матричний опис 3D напружень

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}, \quad \forall (i, j = x, y, z; \sigma_{ij} = \sigma_{ji}). \quad (3)$$

За умов $\sigma = k\varepsilon$, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$, відповідно до знання k – модуля пружності ФМ, коли діє (виконується) лінійний закон Гука для пружних деформацій.

На практиці шари реального матеріалу одночасно реагують на розтягування (стиск), зміну об'єму та площини, що враховують відповідними модулями Юнга (E) та коефіцієнтами Пуассона (μ), а також $G = \frac{\tau}{\gamma}$, де потрібно знати модуль зсуву на кут γ під дією нормованого дотичного напруження.

У об'ємі V деформованого тіла гетерогенні явища відбуваються одночасно. Тому відношення, тотожно приведені до одного інтегрованого процесу й масштабу, визначають ланцюг (4) еквівалентних кодованих понять

$$u = \frac{U}{V} = \frac{1}{2} \frac{F}{S} \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1}{2} \sigma \varepsilon = \frac{1}{2} E \varepsilon^2 = \frac{\sigma^2}{2E}. \quad (4)$$

Для STC поняття, яке лінгвістично фіксує 3D комбінаторні знання та відповідну йому сутність явища, застосуємо уніфікований код (5)

$$x(\rho, S, d) \in X \subset L^{\rho} T_d^S, \quad (5)$$

де КСЦМ та її кортеж можливих значень індексів ρ, S, d (STC – Space time code) залежать від упорядкованих просторів з центром $(0,0)$ наступним чином

$$\rho = \{+6, +5, +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2\} \in L, \quad (6)$$

$$S = \{-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\} \in T, \quad (7)$$

$$d = \rho + S = \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 3\} \in D. \quad (8)$$

За кодом форми (5) розроблена повна сукупність базових 46 понять STC стосовно матеріальних типових дій. Приклад з 3 топологічних пар для множини $\forall d(\rho, S)$ понять надає відповідну оцінку кількості співвідношень

$$C_{46}^3 = \frac{46!}{3!(46-3)!} = 15180 > 10^4. \quad (9)$$

Цілочисельні значення кожного індексу (ρ, S, d) 3D виміру додатково фіксують базову метрологічну розмірність за міжнародним стандартом 2019 р. (зараз діє на Україні). Ланцюг типу (4) відповідає базовій системі розмірності. Процесні інфологічні моделі (ПІМ), наприклад, для 9 понять СДС (5)-(17) далі описані, як символно-аналітичне-степеневе перетворення кодів у наступних двобічних тотожностях:

$$L^{+5} T_{+1}^{-4} \equiv \text{енергія}. \quad (10)$$

Тоді для динамічних змін (механічних, теплових, гетерогенних)

$$L^{+6} T_{+1}^{-5} = \frac{\partial L^{+5} T_{+1}^{-4}}{\partial T} dL \text{ швидкість передачі енергії}, \quad (11)$$

але, для швидкості передачі дії ($L^{+6} T_{+2}^{-4}$) на відстань dL потрібно

$$\frac{\partial(L^{+6} T_{+2}^{-4})}{\partial L} = L^{+5} T_{+1}^{-4} \equiv \text{енергія}. \quad (12)$$

Енергія відповідного заданого опису в одиниці об'єму створює тиск

$$\frac{L^{+5}T_{+1}^{-4}}{L^{+3}T_{+3}^0} = L^{+2}T_{-2}^{-4} \equiv \text{тиск} \equiv \frac{L^{+4}T_0^{-4}}{L^{+2}T_{+2}^0} \text{ сила на одиниці площі.} \quad (13)$$

Зміна даного виду енергії у часі ∂T характеризує потужність

$$\frac{\partial(L^{+5}T_{+1}^{-4})}{\partial T} = L^{+5}T_0^{-5} \equiv \text{потужність} \equiv \frac{\partial(L^{+6}T_{+1}^{-5})}{\partial L} \text{ похідна (11) у напрямку.} \quad (14)$$

$$\frac{\partial(L^{+6}T_{+1}^{-5})}{\partial T} = L^{+6}T_0^{-6} \equiv \text{швидкість передачі потужності} \equiv \frac{\partial^2(L^{+6}T_{+2}^{-4})}{\partial T^2}. \quad (15)$$

Сила відповідного заданого явища у триграннику Ейлера за обсягом часу

$$(L^{+4}T_0^{-4})(L^0T_{+3}^{+3}) = L^{+4}T_{+3}^{-1} \equiv \text{об'ємна швидкість зміщення} \\ \equiv (L^{+4}T_{+1}^{-3}) / (L^0T_{-2}^{-2}) \text{ дія імпульсу на кутове прискорення щільності.} \quad (16)$$

Частотна зміна явища, що описуємо у часі, створює нове поняття

$$\frac{\partial(L^0T_{-1}^{-1})}{\partial T} = L^0T_{-2}^{-2} \equiv \text{кутове прискорення щільності} \equiv (L^{+3}T_{-1}^{-4}) / (L^{+3}T_{+1}^{-2}) \quad (17)$$

кутове прискорення маси, що нормовано на одиницю маси.

Вище означені приклади (10)-(17) для КМ-ПД відзначають сутність, особливість та специфіку суто алгебраїчних операцій у процесних інфологічних моделях фізичних СДС. Тому, одночасно у заданому 3D просторовому об'ємі оригіналу тотожності символічних перетворень аналогічно кодують також 3D динамічні явища процесів згинання, зсуву, кутового кручення. У наслідок реально моделюються нелінійні, гвинтові, термодинамічні процеси, нестационарні сило-моментні та масово-енергетичні фазові перетворення. Повнота диференціальних й інтегральних форм відображень у ПМ фіксують STC-коди багатовимірних інфологічних понять сутності КСЦМ заданого об'єкта складної динамічної системи.

Товщина й густина матеріалу кожного прошарку залежить від інтенсивності, нестационарності зовнішніх механічних та теплових (морозостійкість) навантажень. Механічні властивості (E, μ, G та інші) матеріалу ФМ під впливом НПС змінюються. Це наслідок особливостей контактів між поверхнями. Роль граничних умов (еквівалентів) - фіксувати стабільність експлуатаційних коливальних явищ без стрибкоподібних аварійних подій та непередбачених впливів НПС. Саме тому носій слід розподілити на частку речовини, що конструктивно витримує максимальні механічні навантаження НПС. Тоді 2-а частина грає роль в'язучого матеріалу між самими конструктивними носіями та на границях контактів з іншими ФМ. В'язучі заповнення шляхом (15) та проникнення (16), (17) відображають додаткову роль нелінійного уточнення термодинаміки хімічних сполук об'єктів ІТС.

Запропоноване кодово-символьне STC зображення аналогічно (10)-(17) є уніфікованою для всіх відомих фізичних процесів аналітичного опису динаміки, кінематики та статички рівноваги у гетерогенних явищах. Сутності поняття КСЦМ, його причинні особливості об'єктивного створення та специфіку породження наслідкових результуючих ефектів, доцільно доводить моделювання під час специфіки керованого створення фазових перетворень згідно запропонованої алгебраїчної системи

$$\alpha = \langle A, \Omega_F, \Psi_R \rangle, \quad (19)$$

де A – множина об'єктів учасників взаємодії Uniform Resource Locator (URL) ІТ у межах СДС; Ω_F - множина операцій бібліотеки КМ-ПД на A , як відношення $f: A^n \rightarrow A \ S \rightarrow P \rightarrow R$, що перетворюють кортеж $(a_1, a_2, \dots, a_n) \in A$ елементів в наявний елемент цієї множини або проміжної $B \subset A^n$ для автоматизованих ІТ розв'язків задач практики; Ψ_R - множина предикатів і відношень. ПІМ повно характеризує двобічну (двоїсну) інфологічну робочу модель з фіксованими ознаками 46 понять бази даних. Тема тривіальних об'єктів A , вже на початку вербально описана експертами різних галузей.

В дисертації для отримання безпечного покриття робочих поверхонь оригінальних об'єктів формалізація (13) складається із скінченої кількості базових породжуючих понять-елементів. Процесорно інфологічні моделі (ПІМ) відображають згідно завдань та потреб на місцеву наявну сировину застосування ергатичного моделювання з метою цільового створення (наприклад, ФМ зміцнюючих, захищаючих, в'язучих) матеріалів.

Метод ПІМ і символічне узагальнення кодових експериментальних (імітаційних та натурних) результатів за допомогою критеріїв подібності дозволяє:

- узгодити кількість критичних за витратами ресурсів за яких обираємо умови проведення натурних експериментальних робіт КМ-ПД (рис. 2);
- визначити найменшу кількість фізичних величин, що впливають на гетерогенний стан які необхідно вимірювати для задач моделювання;
- опрацювати результати дослідів ФМ, узагальнити ефективність і одержати ТТР, з описами для опису кінетики складного процесу;
- визначити області ІТС на які можна поширити результати доведених до ТТР досліджень майбутніх ФМ за іншими комплексними замовленнями.

Природні та штучні матеріали в архіві КМ-ПД (мінеральна сировина та продукти місцевого промислового виробництва) характеризуються певними властивостями, хімічним складом та структурою з'єднань між елементами.

Запропонована інфологічна модель всієї періодичної таблиці відомих на даний час хімічних елементів подана на рис. 2, як фрагмент повного опису бази даних. Унікальні властивості кожного хімічного елемента (Z заряд, валентність, особливість квантової будови e^- орбіталей, маса атома та ізотопів, інші атрибути БД) фіксуються кодом Z у трикутній ($k=3$) повній моделі. Згідно кодування місцепозиціонування у однорідних кортежах АС, СВ, ВА маємо правила послідовних $(n-1), n, (n+1)$ арифметичних рядів, фігурних чисел другого порядку

$$n + (k-2) \frac{n(n-1)}{2}, \quad \forall (n, k) \in N, \quad (20)$$

де всі k та n цілі числа натурального ряду N .

Відомі хімічні елементи відображені для фіксованого за темою $k=3$ вершин трикутників (тетраєдрів, пірамід) з номерами від $Z=1$ для водню Н, до, наприклад, ^{88}Ra радію, ^{89}Ac актинію, згідно вимог до стабільності. У

наступних $(Z+i)$ елементах опису кортежів проявляється радіоактивний розпад радіонуклідів.

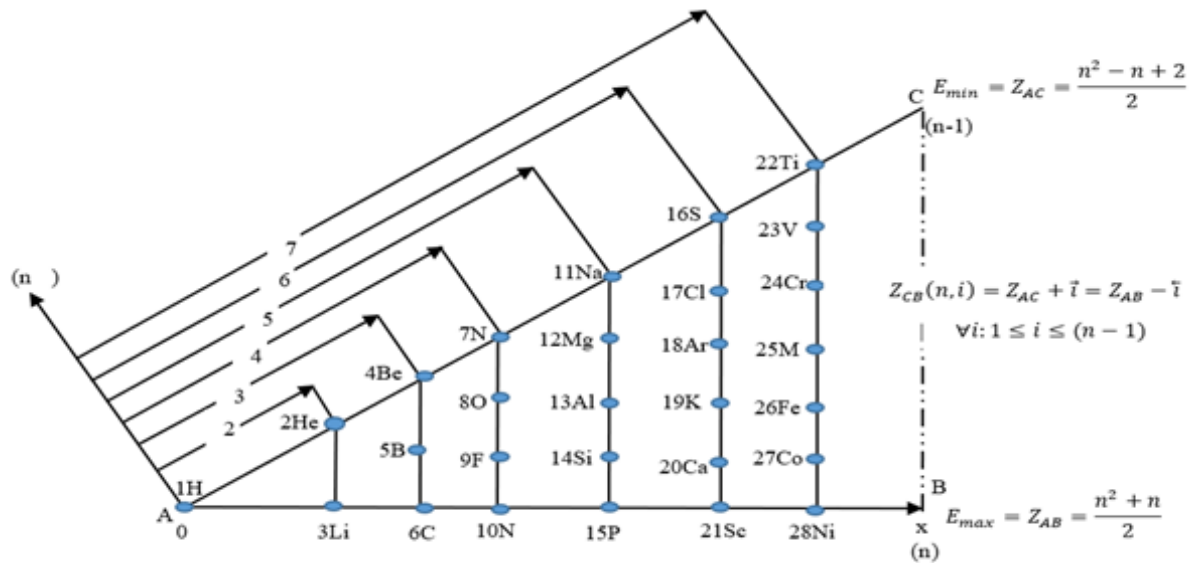


Рисунок 1 - Фрагмент символічного кодування атомів для базової моделі – аналітичного створення кремній-вуглецевих органічних молекул.

Для інших властивостей, що можливо характеризувати рядом подібності у БД в залежності від значення n , треба кодувати з використанням параметру $k=4,5,6,7,8$. Тоді просторові фігури-аналоги будуть відповідно подібні: з $k=i$ ден геометричними вузлами (квадрат, пентагон, гексагон, октагон та інші). Запропонований метод інфологічного моделювання природних об'єктів та підсистем дуже ефективний для арифметизації кодового унікального номеру-коду СДС. Тому у пам'яті цей код дозволяє (Рис. 1-2) відповідно уніфікованого системного коду - комп'ютерного опису підвищити ефективність структуризації відношень у базах даних та знань запропонованої системи КМ-ПД.

Принципи структурної будови мови КМ-ПД аналогічні для всіх форм автоматизації виконання функцій і завдань управління процесами створення складених матеріалів. Нижче наведено приклади синтезу розрахунково базових моделей (РБМ) згідно завдань уніфікованого системного коду (УСК) та мовно-організаційних засобів для диспетчера ситуативного управління модулями сутностей інформаційних сховищ.

- 1 Д. Організація видачі архівної інформації по замовленню УСК накази.
- 2 (M.RJ-S) - ідентифікатор з назвою моделі.
- 3 Н. (Тільки)/(Крім)/(Район) - наказ кортеж конкретного фрагмента.
- 4 Список номерів елементів, якщо він потрібен.
- 5 Повтор п.2-4 за потребою.
- 6 Кінець директиви (Д) для диспетчера СУМ. |

Мовний зрозумілий інструментарій та чітка технологія для реалізації функціоналу моделювання спрямована на прискорення програмних дій ІТ.

Аналогічні процедури КМ-ПД – «бібліотека з'єднувачів» та синтезу робочих моделей утворюють інтегровану схему (рис. 2) конкретної ІТ.

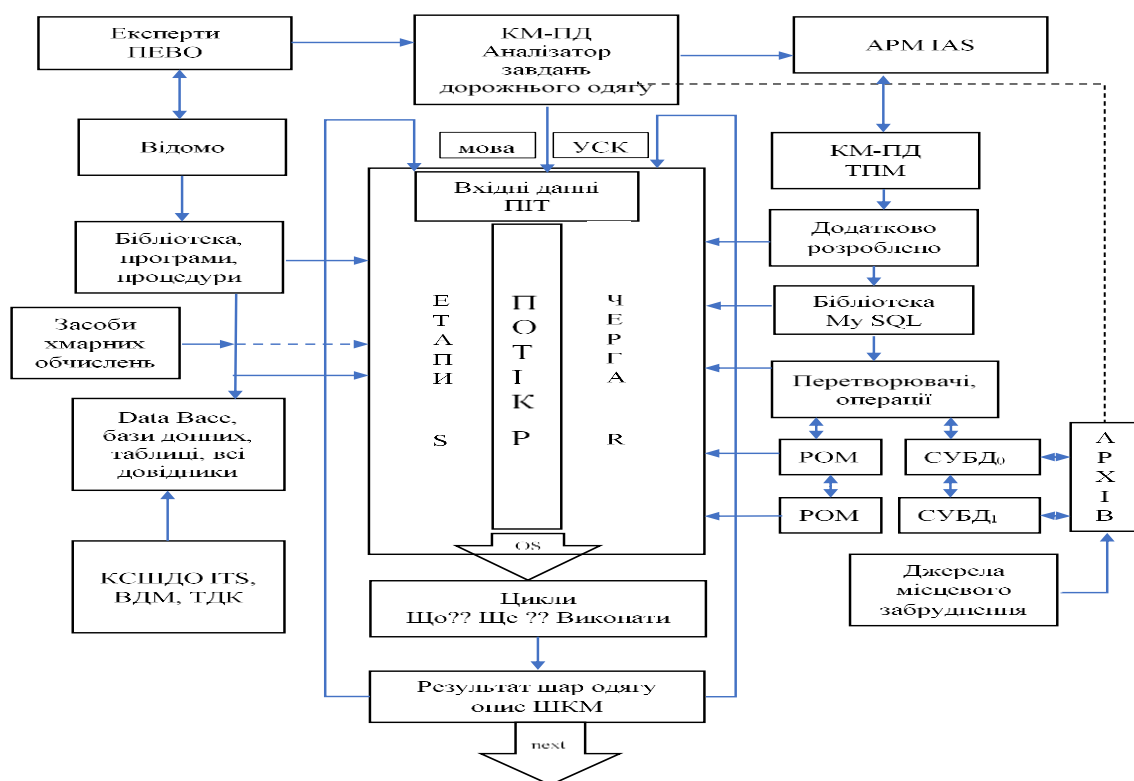


Рисунок 2 – Схема інтегрованого застосування ПАК КМ-ПД, де РОМ – розрахунково-оперативна модель; ВДМ – вулично-дорожні мережі; ТПК та ТДК – транспортно дорожній комплекс за замовленням

Для формування в пам'яті комп'ютера, робочої моделі яка може використовуватися для розрахунків або побудови на основі архівної інформації РБМ, готується пакет наступного складу:

- 1 Д. Синтез схеми моделі з архіву РБМ.
- 2 (M.RJ.S) I (**РОМ*)–назва синтезованої моделі
- 3 Н. (Тільки)/(Крім)/(Район)/(Уном) – предикативні мітки.
- 4 (M. RJ. S) – ідентифікатор з назвою моделі, зрозумілий ІАС.
- 5 (**СWR*) P,V,T,C* – кодовані символи виду інформації.
- 6 Список відповідного заданому **СWR*)
- 7 Повтор п. 3 – 6 за потребою.
- 8 Кінець директиви (Д) для диспетчера СУМ.]

Крім технологічних операцій на схемі (рис. 2) представлені технологічні процеси, наприклад, подрібнення, змішування, стиск, що потребують знання варіацій змінних P, V, T, C які залежать від t та температур θ^0 . Склад та кінцевий продукт замінює наявність або відсутності C домішок. Такі дані експерт - ІАС має у вигляді розрахунково-базових й оперативних моделей.

Четвертий розділ «Оцінка ефективності запропонованих засобів інфологічного моделювання процесів створення функціональних матеріалів». Наведено результати дослідження достовірності, якості та ефективності розробленого комплексу методів та засобів інфологічного моделювання процесів створення функціональних матеріалів за замовленням та вимогами використання місцевої сировини згідно сфер експлуатації ТПК.

Тестування розробленого засобу КМ-ПД виконано для процесів створення з наявної сировини (SiO_2 – природний пісок та вуглеорганічні

місцеві сполуки) перспективної речовини SiC карбїду кремнію. Обрано показники для алмазу 100%, у якості еталона кристалїчної мїцності. Тодї отримана речовина має 99,5%. З отриманого штучного матеріалу з температурою плавлення 2730 °C (густина 3,21 г/см³) технологїчне формування дозволяє скласти заданї алюмін-матричні композити. Коли маємо до 250 кристалїчних просторових форм SiC доцїльні ТТР функціональних матеріальних форм, що краще реагують на механїчні та температурні навантаження. Квазіперїодичні, добовї, сезонні та річні цикли зміни вологостї, температури та сонячної активностї НПС впливають на перколяційні властивостї контактного шару твердих поверхонь жорстких конструкцій об'єктів ТПК.

Використання розроблених методів інфологїчного моделювання привело до покращення якостї інтерфейсних взаємодїй та розпізнавання типів примїтивів для ІТ: текстів повідомлення й завдань - на 2,3%, мовних вказївок ергатичного моделювання – на 36,81%, уніфікованих задач - на 60%, процедур, що забезпечує покращення у середньому на 49,53%. Цї результати на практицї свїдчать про достовірність й ефективність в умовах інфологїчного процесу створення ФМ згїдно інноваційного замовлення.

У *додатках* до дисертаційної роботи наведено документи, що підтверджують практичне значення: акти впровадження матеріалів дисертації у виробництво і навчальний процес; свїдоцтва про реєстрацію авторського права; список опублікованих праць за темою дисертації.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні розв'язане важливе науково-прикладне завдання розроблення науково-методологїчного для інфологїчного моделювання процесів синтезу функціональних матеріалів, яке спрямоване на підвищення достовірностї та прискорення об'єктно-орїєнтованих розвозів дискретних багатокритерїальних задач пошуку раціональних процесів створення замовлених матеріалів.

За результатами дисертаційної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз сучасного стану інтелектуального застосування засобів автоматизації ергатичного управління перспективними процесами експлуатації ергатичних взаємодїй між ІАС для розв'язання актуальних складних завдань практики. Встановлено, що відомі ієрархічні технологїї управління на базї сучасних ІТ застосовують множинні потоки даних з обсягами зростаючих порядків. Саме комплексний опис твірних явищ (фізичних, хїмічних, технїчних, технологїчних, транспортних, ергатичних, організаційно-експлуатаційних у майбутньому) у наслідок лавиноподїбного накопичування інформації суттєво виявляє обмеження на застосування ключових наявних ресурсів кожної поліергатичної виробничої організації, яка на 7 рівнях комп'ютеризації реалїзує API (Application Program Interface) додатки згїдно стандартів ISO.

2. Запропоновано (для прискорення процедур моделювання функціональних матеріалів згїдно замовлень, що змінюються, варїюються, уточнюються експертами) застосовувати коди спрощення гетерогенних

описів з фіксованими наборами базових 46 алгебраїзованих понять у двоїхній формі. В ергатичному контурі людино-машинного діалогу реалізуються лінгвістичні форми мов спілкування (багатокритеріальність без обмежень) професіоналів галузей людської діяльності при описах запитань та відповідей.

3. Розроблено комплексний бот Chatbot та отримано оцінку інтегрованої результативності запропонованого інфологічного моделювання, що починається з генерування експертами ПЕВО описів у вигляді замовлень на гетерогенні властивості (вимоги функціональної стійкості в режимах застосування) перспективних функціональних матеріалів та завершується бажаним техніко-технологічним рішенням, яке є спільним для всіх процедур ергатичного моделювання у межах єдиного технічного завдання (запит, що отримати?) та обґрунтованих процесів (як це зробити?).

4. Формалізовано засоби УСК, що створюють уніфіковані інфологічні моделі для автоматизації процесів прогнозу та випробування виробничих завдань ергатичного обґрунтування перспективних ФМ. Явне визначення почергових технологічних етапів у конвеєрному потоці дозволяє до 30% прискорити цілісний комплекс гетерогенного моделювання кожного агрегату (або ланцюга локальної зони), де спрямовані та повно формуються необхідні якісні показники замовлених властивостей ФМ.

5. Надано пакет КМ-ПД, де методи, моделі та засоби інфологічного моделювання більш детально враховують процеси з заданими скінченними описами (розміри, розмірності, атрибути та умови на тривалість часу життя) ФМ у природному нестационарному середовищі. Запропоновані процедури контролю та тестування забезпечують результуюче не менш ніж на 17% прискорення визначення відхилень від нормативів, які природно й стохастично формують дестабілізуючі чинники, похибки та небажані фактори порушення законів гарантовано адаптивного управління рівнів достовірності. Таке у традиційних технологіях відсутнє (не робиться опис та контроль граничних ймовірнісних переходів за невизначений час перехідних процесів). Формалізовано процедури синтезу інформації з застосуванням мовних лінгвістичних описів групи експертів та символічно-кодових УСК описів з тематичним гетерогенним спрямуванням у пам'яті комп'ютерів КМ-ПД, які покращують обґрунтованість прийняття техніко-технологічних рішень, що спроможні гарантувати для густини ядер носія на 99,5% продуктивне поліергатичне розв'язання проектних замовлень на майбутній запит ФМ з захисними оболонками.

6. Здійснено порівняння показників ефективності існуючих поширених засобів інформаційних технологій автоматизації виконання функцій та завдань виробничого і операційного управління з запропонованими засобами інфологічного моделювання у межах пакету КМ-ПД («комплексна модель-програмної дії»). Вони існують завдяки еквівалентному логіко алгебраїчному спрощенню повного мовного лінгвістичного опису документів, замовлень на функції, завдання та критеріальні обмеження на твірні визначальні атрибути ФМ. Запропонований

математично алгебраїчний апарат двоїсних степеневих-індексних кодів забезпечує повну спільну єдність вхідних, проміжних (трансформаційних почергових) та вихідних описів функцій у вигляді УСК для інженерного документообігу на всіх етапах полієргатичного моделювання з метою отримання перспективного ФМ з місцевої сировини та відходів (сміття) при мінімумі постачання каталізаторів, коагулянтів й інгредієнтів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ *Монографія*

1. Komisarenko O., Baranov G. Development of infological modeling methods in social communication problems for creation perspective completed materials // New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. – 3rd ed. – Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2019. – P. 37-57. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-15-0-50>.

*Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України,
які включені до міжнародних наукометричних баз*

2. Комісаренко О.С. Результати взаємодії в системі В4С-Nf при різних термодинамічних умовах // The scientific heritage. – 2017.- Vol.2. No.12.-S.108-111.

3. Комісаренко О.С., Кравчук В.І., Баранов Г.Л. Інформатизація агропромислового комплексу із застосуванням розгалужених сервісів: стан і перспективи розвитку // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.наук.пр. УкрНДІПВТ. Дослідницьке. - 2019.-Вип.24(38).-С.202-213.

4. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л., Чака О.Г. Інфологічне моделювання технологій створення матеріалів для футорологічних конструкцій та систем//Метрологія та прилади. Харків.-2018.№6(74).-С.53-58. (*Index Copernicus*).

5. Комісаренко О.С., Кравчук В.І., Баранов Г.Л. Ергатичне випробування у просторі та часі комплексних техніко-технологічних рішень керованого землеробства // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.наук.пр. УкрНДІПВТ. Дослідницьке.-2018.-Вип.23(37).-С.14-27.

6. Комісаренко О.С., Кравчук В.І., Баранов Г.Л. Інформаційна технологія прогнозування та випробування майбутньої аграрної техніки // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.наук.пр. УкрНДІПВТ. Дослідницьке.-2018.-Вип.22(36).-С.27-35.

7. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Методологічні основи моделювання процесів формотворення інноваційних матеріалів аерокосмічної технології // Аерокосмічні технології. Київ. – 2017. - Вип.2(02).-С.5-11.

8. Комісаренко О.С., Кравчук В.І., Баранов Г.Л., Цулая А.В., Методологічні основи достовіризації прогнозування та випробування техніки

і технологій // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.наук.пр. УкрНДІПВТ. Дослідницьке.-2019.-Вип.25(39).-С.14-22.

Статті у наукових фахових виданнях України:

9. Комісаренко О.С., Макаров В.О. Питання інтеграції гетерогенних процесів для майбутніх транспортних систем // Управління проектами, системний аналіз та логістика. Київ: НТУ, 2017. Вип. 20 (41), ч. 1. Серія: «Технічні науки». С. 50-57.

10. Баранов Г.Л., Комісаренко О.С., Прохоренко О.М. Інфологічне моделювання технологічних процесів створення перспективних складених матеріалів // Вісник Національного транспортного університету. Київ: НТУ, 2020. Вип. № 1 (46). Серія: «Технічні науки». С. 21-34.

11. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л., Прохоренко О.М., Процесні інфологічні моделі в задачах гетерогенної взаємодії складних динамічних систем та нестационарного середовища // Вісник Національного транспортного університету. Київ: НТУ, 2019. Вип. № 1 (40). Серія: «Технічні науки». С. 3-12.

12. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Інфологічне моделювання складних процесів формотворення нових речовин // Моделювання та інформаційні технології. зб. наук. пр. Київ: Нац. акад. наук України, Ін-т пробл. моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. 2018. №85. С.12-22.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

13. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Складність гетерогенної взаємодії динамічних об'єктів у нестационарному середовищі // 13 міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»: тези доп. (11-12 квітня 2019 р.). Київ: ДУТ, 2019. С. 15.

14. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Інфологічне моделювання процесів створення в'язучих матеріалів для дорожнього покриття // LXXV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доп. Київ: НТУ, 2019. С. 466.

15. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Моделювання процесів створення та випробування властивостей інноваційних матеріалів // II науково-практична конференція «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи»: тези доп. (4 жовтня 2018 р.). Київ: Державне космічне агентство України. Національний центр управління та випробування космічних засобів. 2018. С. 43.

16. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Інфологічне моделювання технологій матеріалознавства для футурологічних конструкцій та систем // II Міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві»: тези доп. (1 жовтня 2018 р.). Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2018. С. 11-14.

17. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Інтегровані засоби інтелектуального формотворення конструкційних матеріалів транспортної галузі // Всеукраїнська науково-методична конференція «Проблеми

математичного моделювання»: тези доп. (23-25 травня 2018 р.). Кам'янське: ДДТУ, 2018. С. 181-184.

18. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Матеріалознавство в технологіях формотворення майбутніх конструктивних носіїв складових транспортних систем // *78 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*: тези доп. (17-18 травня 2018 р.). Дніпро: ДНУЖТ ім. академіка В. Лазаряна, 2018. С. 286-288.

19. Комісаренко О.С. Інноваційні керамічні композиційні матеріали для керованих ядерних реакторів // *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2018. С. 425.

20. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Гетерогенні процеси моделювання матеріалів для майбутніх транспортних систем // *10 Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації»*: тези доп. (12-13 квітня 2018 р.). Київ: ДУТ, 2018. С. 24.

21. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Технології композиційних керамічних матеріалів на базі мікророзмрних структур Hf-B4C // *I Всеукраїнська науково-технічна конференція «Проблеми інфокомунікацій»*: тези доп. (14-15 листопада 2017 р.). Полтава: ПолтНТУ; Київ: НТУ; Харків: НТУ «ХП»; Полтава: ВКСС ВІТІ, 2017. С. 45.

22. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Методологічні основи фізики формотворення інноваційних структур ККМ // *Міжнародна науково-практична конференція «Розбудова економічної освіти та формування основ фінансової грамотності учнівської молоді – основа розвитку громадянського суспільства та становлення економіки знань»*: тези доп. (29–30 вересня 2017 р.), Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. С.32-40.

23. Комісаренко О.С., Хімічна інженерія побудови ККМ системи B4C-Hf // *XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Авіа-2017»*: тези доп. (19-21 квітня 2017 року). Київ: НАУ, 2017. С. 1746-1749.

24. Комісаренко О.С. Термодинамічний аналіз взаємодії гафнію з карбідом бору // *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доп. Київ: НТУ, 2016. С. 362-363.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір

25. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 83813 «Інфологічне моделювання складних процесів формотворення нових речовин». Київ: Мінекономрозвитку України, 2018.- 17 с.

26. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 83812 «Методологічні основи моделювання процесів формотворення інноваційних матеріалів аерокосмічної технології». Київ: Мінекономрозвитку України, 2018.- 17 с.

27. Комісаренко О.С., Баранов Г.Л. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір №83814 «Технологія інтеграції гетерогенних процесів

моделювання формотворення матеріалів для майбутніх транспортних систем». Київ: Мінекономрозвитку України, 2018.- 17 с.

АНОТАЦІЯ

Комісаренко О.С. Інфологічне моделювання процесів створення функціональних матеріалів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». – Національний транспортний університет Міністерства освіти і науки України, м. Київ, 2020.

Дисертація формалізує розвиток методів інфологічного моделювання та документального опису імітаційного поліергатичного тестування комплексних властивостей матеріалів. Прогнозні рішення визначають витривалість та ресурс режимів роботи, що впливають на показники рівня безпеки транспортних потоків в умовах нестационарного середовища.

Подано математичний опис основ поліергатичного управління автоматизованими процесами створення матеріалів парного дискурсу. Визначено концептуально семантичні цільові моделі. Алгебраїзовано взаємозалежності між об'єктами взаємодії за етапами синтезу багаторівневих структур 4D складної динамічної системи. Обґрунтовано особливості мови імітаційного ергатичного моделювання та режимів пошуку раціональних технологій розв'язку задач. Формалізовано процесно інфологічні моделі предикативного визначення угруповань складених елементів, які гарантують однозначність прийняття рішень, на межах інтерфейсної ініціалізації ІТ.

Розвинуто метод інфологічного моделювання процесів забезпечення точності контролю закономірностей взаємодій в обмежених локальних просторових формах. Аналітично описана параметризація температур концентрацій, об'ємів, тиску для обчислень взаємних функцій масово-енергетичного гетерогенного розподілу. Цільова керованість прискорює етапи термодинамічної реакції та гарантує якість, точність, надійність, достовірність перспективних режимів експлуатації складених матеріалів.

В поліергатичних виробничих організаціях запропоновані засоби автоматизації ІТ, які вперше реалізують режими з символно-аналітичними перетвореннями. В результаті отримання інфологічних моделей безпосередньо технологічні процеси покроково виконують автомати-роботи.

Оцінки інтервалів витривалості, механічної міцності, інтегрованого ресурсу достовірно отримано запропонованими методами моделювання й порівняння параметрів еталонних значень властивостей природних об'єктів.

Ключові слова: інформаційні технології, транспортна безпека, інфологічне моделювання, подібність матеріалів, простір-час, термодинаміка процесів, документальні рішення.

ABSTRACT

Komisarenko O.S. Infological modeling of processes of creation of functional materials. - Manuscript.

Thesis for a Candidate of Science Degree in Specialty 05.13.06 «Information Technologies». - National Transport University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2020.

The dissertation formalizes the development of methods of infological modeling and documentary description of simulation polyergatic testing of complex properties of materials. Predictive solutions determine the endurance and service life of operating modes that affect the level of safety of traffic flows in a non-stationary environment.

A mathematical description of the basics of polyergatic control of automated processes of creating materials of pair discourse is given. Conceptually semantic target models are defined. The interdependencies between the objects of interaction according to the stages of synthesis of multilevel structures of a 4D complex dynamic system are algebraized. The peculiarities of the language of simulation ergatic modeling and search modes of rational technologies for solving problems are substantiated. Process-infological models of predicative definition of groups of composite elements, which guarantee unambiguous decision-making, within the limits of interface initialization of IT, are formalized.

A method of infological modeling of processes to ensure the accuracy of control of patterns of interactions in limited local spatial forms has been developed. The parameterization of temperatures of concentrations, volumes, pressure for calculations of mutual functions of mass-energy heterogeneous distribution is analytically described. Target control accelerates the stages of thermodynamic reaction and guarantees the quality, accuracy, reliability, reliability of promising modes of operation of composite materials.

In polyergatic production organizations, IT automation tools are offered, which for the first time implement modes with symbolic-analytical transformations. As a result of obtaining infographic models directly technological processes are performed step by step by automatic machines.

Estimates of the intervals of endurance, mechanical strength, integrated resource are reliably obtained by the proposed methods of modeling and comparing the parameters of the reference values of the properties of natural objects.

Keywords: information technologies, transport safety, infological modeling, similarity of materials, space-time, thermodynamics of processes, documentary decisions.

АННОТАЦИЯ

Комисаренко Е.С. Инфологическое моделирования процессов создания функциональных материалов. - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Информационные технологии». - Национальный транспортный университет Министерства образования и науки Украины, Киев, 2020.

Диссертация формализует развитие методов инфологического моделирования и документального описания имитационного полиергатического тестирования комплексных свойств. Прогнозные решения определяют выносимость и ресурс режимов работы, влияющие на показатели уровня безопасности транспортных потоков в условиях нестационарного среды.

Подано математическое описание основ полиергатического управления автоматизированными процессами создания материалов парного дискурса. Определены концептуально семантические целевые модели. Алгебраизовано взаимозависимости между объектами взаимодействия по этапам синтеза многоуровневых структур 4D сложной динамической системы. Обоснованы особенности языка имитационного эргатической моделирования и режимов поиска рациональных технологий решения задач. Формализована процессно инфологической модели предикативного определения группировок составных элементов, гарантирующих однозначность принятия решений, на границах интерфейсной инициализации ИТ.

Развит метод инфологического моделирования процессов обеспечения точности контроля закономерностей взаимодействий в ограниченных локальных пространственных формах. Аналитически описана параметризация температур концентраций, объемов, давления для вычислений взаимных функций массово-энергетического гетерогенного распределения. Целевая управляемость ускоряет этапы термодинамической реакции и гарантирует качество, точность, надежность, достоверность перспективных режимов эксплуатации составленных материалов.

В полиергатичных производственных организациях предложены средства автоматизации ИТ, впервые реализуют режимы с символьно-аналитическими преобразованиями. В результате получения инфологических моделей непосредственно технологические процессы пошагово выполняют автоматы-роботы.

Оценки интервалов выносимости, механической прочности, интегрированного ресурса достоверно получено предложенными методами моделирования и сравнения параметров эталонных значений свойств природных объектов.

Ключевые слова: информационные технологии, транспортная безопасность, инфологического моделирования, сходство материалов, пространство-время, термодинамика процессов, документальные решения.