

## ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СКЛАДЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Баранов Г.Л.*, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

*Комісаренко О.С.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна,  
olenakomisarenko@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7436-6473

*Прохоренко О.М.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна,  
prohorenko\_s@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7451-3242

## INFOLOGICAL MODELING TECHNOLOGY PROCESSES OF PERSPECTIVE FOLDED MATERIALS

*Baranov G.L.*, Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine,  
baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

*Komisarenko O.S.*, National transport university, Kyiv, Ukraine, olenakomisarenko@ukr.net,  
orcid.org/0000-0002-7436-6473

*Prohorenko O.M.*, National transport university, Kyiv, Ukraine, prohorenko\_s@ukr.net,  
orcid.org/0000-0002-7451-3242

## ИНФОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЛОЖЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Баранов Г.Л.*, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина, baranovgl2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2494-8771

*Комисаренко Е.С.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина,  
olenakomisarenko@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7436-6473

*Прохоренко А.М.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина,  
prohorenko\_s@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7451-3242

**Постанова проблеми.** Методи моделювання особливо нових об'єктів практичного застосування прискорюють подальший розвиток транспортної, як інших системноутворюючих галузей людської діяльності. Кожна ефективна модель з одного боку спрощена й обмежена. Вона з іншого дозволяє знаходити нові прогресивні, інноваційні рішення у дуже складних ситуаціях людської діяльності [1-7]. Тому існують відповідно різні моделі, як носії інформації. Все залежить від задач, що треба отримати про складні динамічні об'єкти, комплекси та системи. У залежності від пріоритетних задач практики відповідно до реальних (чи прогнозно-проектних) об'єктів формуються раціональні моделі з застосуванням теорії розмірності та подібності гетерогенних явищ. Вони визначають конкретний предмет дослідження в умовах його обчислювальної складності й пошуку нових техніко-технологічних рішень (ТТР) [8-14] для прогресивно складених матеріалів (ПСМ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З моделювання взаємодії складних динамічних систем (СДС) та середовища, що його збурює. Інформаційні й інтелектуальні технології (ІТ) на сучасних етапах їх практичного застосування пропонують відповідні програмні процедури для різноманітних електронних приладів, що дозволяють вводити завдання та отримувати очікувані результати [10-18]. Значне ускладнення реальних об'єктів практики не завжди можливо за один крок відобразити адекватно за вимогами теорії розмірності й подібності. Це можливо лише для випадків конструктивного опису (досягаємо) розумної складності інтегрованої моделі [19, 20]. Мета відповідності складного натурального об'єкта моделі вимагає (подібності) та однозначності. Треба проводити декомпозицію та синтез багаторазово. Компроміс знаходимо для узгодження часткових результатів з описами реального гетерогенного різноманіття природного явища. Відомі ІТ та програмно-апаратні комплекси все частіше інтегруються (взаємодіють) в мережах Internet. Двобічний діалог за принципами «хмарних» відношень спрямовано до спрощених форм <запит-відповідь>. Але для реальних ІТS такі підходи будуть результативними лише за рахунок додаткових зусиль у тому числі за напрямом інфологічного моделювання засобами ІТ невідомої, але перспективної СДС.

**Обґрунтування проблеми.** Глобальний розвиток ноосфери за напрямом впровадження інноваційних інформаційних технологій (ІТ) змінює форми та техніко-технологічні рішення (ТТР) на покращення засобів комунікації [15-20]. Взаємодії на всіх ієрархічних рівнях соціальної структури змінюють ергатичну систему управління (ЕСУ – Human-machine-control) об'єктами в різних галузях людської діяльності. Об'єкти сучасної та прогнозованої інноваційної техніки й технології, включаючи всі види транспорту, суттєво ускладнюються. Поява нових форм взаємодії існує за рахунок майже неперервної тенденції розширення сфери застосування, наприклад, ракетно-космічної техніки (РКТ), авіаційно-космічної техніки (АКТ), наземних та водних транспортних засобів (НТЗ, ВТЗ). Нові масштабні вимоги, потреби, запити суспільства зачіпають ЕСУ майбутніх ускладнених об'єктів [7].

Таблиця 1 – Класифікація типів невизначеності і їх зв'язок з суттєвим ризиком ЗНОС

Table 1 – Classification of types of uncertainty and their relation to the significant risk of the WEEE

| <b>Характеристики системної невизначеності СДС ITS</b> |   |   | <b>Ризики</b>  |
|--|---|---|--|
| <b>№ та тип</b>  | <b>Опис</b>   | <b>Джерела</b>  | <b>Причини</b>   |
| 1<br>Перспективна                                      | Система не до кінця досліджена, можлива поява невідомих факторів.                       | Складність системи, непередбачувані зовнішні впливи. Неможливість отримання даних.                | Відхилення значень ключових параметрів, з негативними наслідками для запланованих.       |
| 2<br>Ретроспективна                                    | Повна або часткова відсутність даних про поведінку системи у минулому.                  | Низька ефективність обробки інформації про систему. Втрата даних та визначальних значень.         | Коливання параметрів ПСМ. Значні відхилення процесу у часі.                              |
| 3<br>Технічна  | Недостатня точність наявних інструментів аналізу та обробки.                            | Неефективність методів прогнозування. Суб'єктивність ОПР.   | Інструментальна неточність оцінювання та кваліфікації.                                   |
| 4<br>Ситуаційна  | Ймовірність повної або часткової зміни випадкової ситуації.                             | Складність системи. Неможливість передбачення змін. Непередбачувані зовнішні екстремальні впливи. | Ймовірні похибки значень ключових параметрів від запланованих та помилки.                |
| 5<br>Стохастична                                       | Стохастичні процеси, що досліджуються.  | Стохастичні параметри системи або процесів.   | Схована стохастика у тенденціях і поведінці НТЗ ITS.                                     |
| 6<br>Структурна  | Невизначеність складу керованих елементів.  | Складність системи або процесу. Багатоваріантність.   | Відсутність класифікації та планування. Ризик негативних наслідків.                      |
| 7<br>Критеріальна                                      | Невизначеність критеріїв по яким приймається рішення.                                   | Неефективність системи багато параметричної обробки даних. Суб'єктивність ОПР.                    | Не формалізовано оцінювання параметрів системи (процесу). Неоднозначність умов.          |
| 8<br>Природна  | Повне або часткове незнання реальних природних умов при прийнятті рішень.               | Неможливість контролювати глобальні процеси природного середовища.                                | Екологічні та технологічні кумулятивні стрибкоподібні явища ПСМ.                         |
| 9<br>Конфліктна протидія                               | При двосторонній взаємодії повна або часткова відсутність інформації про наміри сторін. | Різні цілі учасників. Активна і пасивна ієрархічна протидія.                                      | Різні типи ризиків антиподні дії: (економічні, екологічні, технічні, політичні) та інші. |
| 10<br>Конфліктні цілі                                  | Необхідність врахування декількох цілей, у тому числі протилежних.                      | Наявність багатьох учасників, які мають різні цільові вектори дії. Неузгоджені стрибки.           | Ризик зниження ефективності процесу. Ризик недосягнення цілей ПСМ ITS.                   |

Наприклад, вимоги суттєвого зменшення шкідливих (отруйних) викидів (забруднень) від вуглеводного палива (РКТ, АКТ, НТЗ, ВТЗ) та забезпечення екологічної незалежності України стимулює до інноваційних технологій відновлюваної енергетики з прискореним розвитком електротранспорту різноманітного призначення. За прогнозами експертів парк електромобілів до 2030 року у світі буде складати біля 20% світового автопарку [1-3]. Вже зараз на шляхах України працюють 1200 електромобілів. Провідні країни з сучасного розвитку електротранспорту це Ісландія, Швеція, Норвегія, Китай, де чистота екології біологічного довкілля є ключовим критерієм при реалізації багатокритеріальних ТТР в ЕСУ інтелектуальних транспортних систем (ITS – intellectual transport systems) [6-7]. Саме значне зростання складності інтегрованої гетерогенної взаємодії СДС ITS та факторів нестаціонарного зовнішнього навколишнього оточуючого середовища (ЗНОС) є джерелом протиріччя та наслідком чому ситуація перехідного режиму (трансформації) розтягується. Фундаментальні знання, щодо стану навколишнього природного середовища надають національні офіційні доповіді [4]. Документи відповідно до існуючих та прогнозних гранично допустимих норм забруднення у локальних місцевостях сприяють вчасно визначати для IAS сутність ризиків [5] та природоохоронних заходів для покращення екологічної ситуації з боку транспортної галузі за допомогою нових методів [6,7] обізнаності згідно реальних обмежень на ресурси включаючи задокументовані знання ІТ кожного інтелектуального агента системи (IAS) для створення і масштабного застосування ЕСУ ITS.

Складність інноваційних проєктів, щодо реалізації актуальних техніко-технологічних завдань (ТТЗ), потребує уваги до засобів систем підтримки прийняття рішень (СППР) у єдиному інформаційному просторі (ЄІП), коли реалізується етап технологічної діагностики та контролю (ТДК) конкретного робочого процесу, як ключового елементу цілісної ЕСУ ITS. Такий консолідований інформаційний ресурс [8-11] у вигляді цілісного опису ТТА разом фіксує топологічно різні напрямки: а) потік (вхід→вихід) даних процесу перетворення за даною функціональністю; б) керуючі засоби та ресурс без яких неможливо отримати результат; в) ієрархічні відношення щодо подальшої корисності та ефективності у глобальних трансформаціях згідно цільового ТТЗ означених IAS [20]. Саме суттєве розширення спектру актуальних (гетерогенних) взаємодій породжує додаткові складності при моделюванні перехідних процесів у СДС, що реагують на поточні та прогнозні фактори впливу ЗНОС. Подолання визначених у (табл. 1) об'єктивних складностей для задач моделювання процесів створення й застосування інноваційних матеріалів дорожнього одягу [12] є актуальним напрямом [19, 20, 21] наукових досліджень для подальшого розвитку НТЗ з глобалізованих ITS.

**Мета та задачі дослідження.** Мета роботи полягає у розробці методологічних основ процесорного інформатичного моделювання ПІМ для створення засобів прогнозування та випробування техніко-технологічних рішень, які гарантують якість функціонування конструктивно складених шарів завдяки ПСМ з замовленими багатокритеріальними властивостями для безпеки майбутнього транспорту.

**Об'єкт дослідження** – процеси автоматизованих хмарних обчислень з застосуванням ресурсів віддалених співвиконавців ІТ, компетентність IAS яких прискорює синтез ПСМ з інноваційними фізико-хімічними властивостями за замовленнями, наприклад, для дорожнього одягу ділянок вулично-дорожніх мереж (ВДМ) та транспортно-дорожніх комплексів (ТДК) держави.

**Предмет дослідження** – моделі, методи та інструментальні засоби системи КМ-ПД з складових інтелектуальних інформаційних технологій ергатичного обґрунтування техніко-економічних показників на базі місцевої сировини та промислового виробництва за умов застосування інноваційних ПСМ з особливо замовленими властивостями.

**Методи досліджень** базуються на працях Lotfi A. Zadeh, який [13,14,19,20] розробив апарат fuzzy логіки та ситуаційного комплексування з названою fuzzy situational approach (FSA) [14]. Комплексна інтеграція компетенції ресурсів в ергатичній системі передбачає застосування: fuzzy класифікації, fuzzy логічного висновку, багатокритеріальної оцінки, порівняння та наближення до заданих вимог на графових структурах (net) [13].

**Основні результати дослідження.**

**Семіотика базових концептів зі знаків й символів єдиного інформаційного простору програмно-апаратного комплексу (ПАК).** Опис ергатичних цілей в межах складній системі взаємозв'язків, трансформації знакових ситуацій природної дійсної структури, пов'язано з визначенням типових елементів. Мета сенсу описів це ІТ для утворення знання комплексних знаків та часткових моделей. Сенсовий зміст моделі створює за часом нові символічні вивідні знання. Отримані IAS деталі не зводяться до первинних значень окремих знаків. В практичному застосуванні семіотики засобами ІТ, створюються описи знакових моделей та реальних ситуацій. Модель згідно

стандартів [ISO-OSI,16] має семантичне, синтаксичне та прагматичне значення. Приклади символічних визначень операторів й операндів (табл. 2) для трьох класів базових операцій ПАК відома. У взаємопов'язаних та взаємообумовлених процесах ІТ застосування нової кожної пари семіотики потребують їх відповідної інтерпретації. Для майбутніх ІТ доцільно розрізняти та фіксувати процеси: декомпозиції – розмежування складних задач на прості з утворенням означеного алгоритмічного зв'язку між ними; прискореного числення операцій та функцій аналізу, пошуку, синтезу future object; побудови конструктивних адекватних робочих моделей; інтерпретації результатів вирішення вищеозначених «простих» задач; обслуговування архівів та бібліотек при наявності операндів – вихідних даних (заданих моделей) та операторів програмно-інформаційних середовищ; гарантовано-адаптивне управління, яке включає оцінки ситуацій, прийняття рішення та синхронізації подій [8,9,13-20].

Таблиця 2 – Три класи базових операцій, що символічно визначені засобами ПАК КМ-ПД та реалізують дії, як оператори над операндами (типу X та Y, які означені як Data) в ІТ

Table 2 – Three classes of basic operations, symbolically defined by the PAК КМ-PD and implementing actions as operators over operands (type X and Y, which are designated as DATA) in IT

| № п/п | 1 – алгебраїчні й арифметичні |          |                       | 2 – логічні оператори |   | 3 – відношення змінних |                                |
|-------|-------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|---|------------------------|--------------------------------|
|       | Знак                          | Опис дії | Семантика області дії | Опис умови            | Значення типу Boolean   | Опис порівняння        | Сутність результату обчислення |
| 1     | +                             | x+y      | Додавання             | x and y               | Множення  | x>y                    | Більше                         |
| 2     | -                             | x-y      | Віднімання            | x not y               | Заперечення   | x<y                    | Менше                          |
| 3     | -                             | -x       | Зміна знаку           | x xor y               | Виключне або (значення x та y не співпадають)                         | x+>=y                  | Більше або дорівнює            |
| 4     | *                             | x*y      | добуток               | x or y                | Двобічний вибір   | x<=y                   | Менше або дорівнює             |
| 5     | /                             | x/y      | Ділення               | x eqv y               | Еквівалентність (значення x та y одночасно відповідні true або False) | x<>y                   | Немає тотожності               |
| 6     | \                             | x\y      | Зменшення x на y      | x imp y               | Імплікація якщо {x true} тоді [y false]                               | x=y                    | Рівність тотожна               |
| 7     | Mod                           | x mod y  | Обчислення решти      | F=W                   | Призначення дії formula=(опис операторів та операндів)                | x is y                 | Посилання між об'єктами        |
| 8     | ^                             | x^y      | Степенеve обчислення  | Function              | Комбінація об'єктів, символів, змінних, функцій, процедур             | x like y               | Є схожість або подібність      |

Таким чином відбувається зростання обізнаності ІАС, як знання символічного творення, а також узагальнення, візуалізації, класифікації та формування цілісної єдиної інформаційної моделі (ЄІМ) ІТ [21].

Вирішення засобами ІТ складних задач практики й створення ПСМ пов'язано з активними, цілеспрямованими процесами: генерації, перетворення, передачі, формування різних знакових моделей. Згідно отриманих понять ІАС, що перетворюють їх засобами ІТ у конкретні ТТР. В означені моменти й фази процесів створення ПСМ виконавчими органами СДС виконується реалізація управління запланованими діями.

Багаторівневість та багатоетапність процесів, щоб отримати знання, яке створює факти і результати, вирішення складних задач пов'язані з появою в знаках, регулюючої інформації, як системи відношень сигналів змісту в значущих об'єктах. Знак не лише визначає денотат (те, що визначається даним знаком КМ-ПД), але і зображує системні властивості денотатів в системі реалій та в тезаурусі. Такі властивості ІТ фіксують в концептуальних моделях, які узагальнюють роль знаку (мета знань) в усіх процесах ПЕВО. Нами запропоновані форми таблиць, що послідовно означаємо та подаємо аналогічно відношенням між оригіналом об'єкта та модельними зображеннями.

К1 – *постановка задачі*. Опис інформації, як ідеальний задум, АВІДО-передбачення (опис ПСМ або існування майбутнього цільового  $\xi$  ШКМ).

К2 – *«Штурм розумом»*. Це пошук аналогів, прототипів обґрунтування вибору початкових smart геоматеріалів. Природні наявні об'єкти (джерела відомі) звичайно існують у вигляді продукту, товару, та послуг на постачання згідно замовлення ПЕВО ITS.

К3 – *систематизація моделей, класифікація*. Опис, як ситуаційне формотворення (очищених відфільтрованих рафінованих геоматеріалів) сировини у початкові нові продукти згідно АВІДО.

К4 – *модельовання взаємодії*. Опис коли поки ще невизначені реальні цільові витрати (маси  $m$ , сил  $F=m \cdot a$  та енергії  $E = \frac{mv^2}{2}$ ). Можливе покрокове ітераційне викладення Big Data більш детальне. Наприклад, описуємо конкретні етапи самосинтезу (гетерогенного фіз-хім-мех перетворення) вхідних хімічних сполук. Або фіксуємо (стани розв'язку задач) у синтезовану нову форму базових речовин матеріальних компонентів майбутнього ПСМ.

К5 – *ефективне доведення*. Опис отримання компонент виробничого напівпродукту ПСМ разом з допоміжними реагентами. Застосовують сукупності (молі, об'єми, маси, заряди) концентрованих часток.

К6 – *адресна раціоналізація*. Опис ПСМ передбачає покрокове доведення створення напів та ПСМ продукту у замовлені товарні форми.

К7 – *кінцеві результати й інтерпретація*. Зміст опису гетерогенних процесів СТДК (тестування, випробування, вимірювання  $\xi$  цільових фізико-хімічних властивостей) вихідного товарного продукту замовленого ITS. Описи для АСІД містять створення технологічних, інформаційних файлів. Паспорт (документ) – супроводження відвантаженого ПСМ потрібен для постачання замовнику ПЕВО на застосування результатів. В технологічних процесах (транспортної галузі ПЕВО ITS) маємо опис всіх ТТР. Для цього спрямований кожен (інтегрований електронний накопичений документ-принт. ВІН, як результат програмованих операндів, операторів ІТ комунікації відповідним чином стратифікований, структурований, зразковий згідно ДСТУ [3,4].

Мова семіотики управління режимами роботи ПАК КМ-ПД зрозуміла, але вихідні дані на початку дослідження СДС ініціюють концептуально-семантичну цільову модель (КСЦМ). Це сприймає спеціальний диспетчер управляючими модулями (ДУМ) КМ-ПД. Базові символні поняття йому потрібні для оцінки завершення процедур, що активізують УМ вирішення задач. В наслідок орієнтованості на функції прийняття рішень, згідно КСЦМ стає достовірним факт, чи ситуативно згідно завдань ІАС створені (складені) оперативні робочі комплекси моделей відповідають: меті та задачам дослідження заданого об'єкта; вимогам та умовам, які висуваються до об'єкта; мовній формі цього цільового поняття та фактам практики ІТ, включаючи файлові інтерфейсні обміни сучасними каналами комп'ютерних мереж ПЕВО та Internet.

**Семіотика процесорних інфологічних моделей методами конструктивного опису завдань і функцій для синтезу задачних об'єктів.** Матеріальна основа процесів, що застосовують ІТ у будь-яких майбутніх та сучасних ринкових відношеннях між ПЕВО фіксує важливість базових техніко-технологічних характеристик кожної складової частки (елемента, модуля, агрегату, підсистеми) в цілісній фізично реальній СДС. Саме природна основа визначає економічні показники конкретних ресурсів ІТ, які згідно певної технології створюють: продукти, товари, послуги. Вони мають інтегровану вартість капітальної складової (ВКС). Активний вплив людини-оператора, яка приймає рішення в трудових відношеннях (ОПР є особою (ІАС) ПЕВО) та засобів відповідних ІТ разом визначають управлінську складову ITS. Різноманіття СОС форм, задач й завдань ергатичного управління формують лише додаткову інтелектуальну вартість (ДІВ). Реальні рух електронної складової-носіїв надає інформаційні дані для розв'язання постійно варіюємих задач управління. Енергоспоживання на живлення засобів ПАК, ІТ та Internet витрачається постійно. Тому що воно варіюється відповідно тарифів на ринках послуг телекомунікації в інвестиційно-трудовому та операційному процесі ПЕВО. Незважаючи на різноманіття матеріально-виробничих основ вони відносяться до понять ресурсів та запасів з певними техніко-технологічними обмеженнями

параметрів чисельних значень кількості та якості атрибутів природних носіїв. Складові витрат управління означають процеси обліку (аудиту), контролю, обчислень. Для досягнення мети, результатів, ефекту, користі треба далі робити оцінювання. Факт прийняття ТТР надає опис – визначення {що саме, коли, де, скільки, навіщо}. Предикативна форма факту логічних висловлювань у відповідях складає основу графіків подальших планових робіт. Вони описують режими функціонування, способи кооперації та логістичні композиції форм обслуговування. Оптимізація застосування різних засобів ІТ породжує методи автоматизації функцій і завдань виробничого й організаційного управління [21]. Тому в КМ-ПД за критеріями ефективності функціонування СДС сформовано процесорні інфологічні моделі (ПІМ). Вони аналогічно типу А, В, С мультипрограмного багатозадачного управління ресурсами та запасами даних й знань на всіх ієрархічних рівнях ПЕВО. Тому КСЦМ обслуговують ДУМ у межах ПАК типу КМ-ПД. Головне функціональне призначення ПІМ полягає у чіткому предикативному визначенні ключових відповідальних факторів А, В, С. Тоді ПАК КМ-ПД автоматизує процесорні режими взаємодії. ПІМ для *n*-х кроків визначають «що, як, навіщо» робити для гарантованого досягнення цілей управління у формі ТТР. На стратегічних, тактичних та операційних етапах використання інформативно-аналітичного забезпечення КМ-ПД застосування ПІМ проявляється як результат, що збільшує ККД ПЕВО. У наслідку відбуваються інтеграційні ефекти емергентності СДС у вигляді: підвищення продуктивності й якості продукції ІТ; покращення рентабельності й продуктивності ПАК; удосконалення збалансованості економічних активів й описів; розширення сфери застосування КСЦМ, ПІМ включаючи інвестиційну привабливість КМ-ПД, а також досвід керованого розвитку ІТS.

Аналогія з відомою системою Mathcad. Для класу засобів вирішення математичних задач застосовано текстові редактори, електронні таблиці та пакети. Для КМ-ПД маємо розширення професійної діяльності ІАС за рахунок подання чітких, достовірних, верифікованих ПІМ. Мова візуалізації речень управління за принципами зрозумілих лінгвістичних замовлень не змінює автоматичне швидке з'єднують приєднання кодових описів ПІМ, що зєднують повноту функцій, завдань і результатів обчислень.

Форми здійснювання кортежів зі складеними ІАС математичними формулами у символічному за концепцією КМ-ПД вигляді подібні аналоговим функціям. Класичне програмне вікно містить: верхній рядок заголовку; головне меню; панелі інструментів; робочу область, внизу рядок стану. Інтерфейс звичайно застосовує ribbon (рядок з базовими елементами). Відкриття нового документу за концепцією АСІД обумовлює назви Untitled в рядку назв файлів заголовку.

Розглянемо етап Plan за концепцією Agile для руху почергових перетворень ІТ від  $t_0 \equiv begin$  моменту початку. Через *k* кроків з витратою певних відповідних гетерогенних TESIMFO ресурсів [21]. Кожний співвиконавець [21] на визначеному інтервалі часу  $\Delta\tau_i$  передає свій напрацьований результат. Коли повний технологічний контроль підтверджує, що всі *m* пакети узгоджені, а також вимоги, критерії, режими функціонування задовольняють тактико-технічному завданню – ТТЗ, можливі подальші дії. Головним виконавцем ПЕВО інтегрованого кооперативного використання до

остаточного заключного кроку ( $t_n \equiv end$ ). За принципами Agile у момент  $T_n \neq \sum_{n=1}^m t_{jn}$  коли якісь окремі параметри (термінального) стану поки ще не відповідають ТТЗ, тільки тоді похибки, відхилення та недоліки корегуються. Асинхронно у межах динамічного інтервалу застосовують засоби для задоволення всіх *m* вимог до термінального  $S_{nk}$  стану цільового об'єкту СДС. Таким чином опис на символічних означеннях часткових моделей (табл. 3) у межах КСЦМ Plan забезпечує достовірність, повноту, гнучкість КМ-ПД. У можливих ризикованих обставинах фіксуємо план (варіанти) реалізації ІТ на принципах запропонованого ергатичного моделювання.

На інтервалі часу  $\Delta\tau_{0jk}$ , де *j* кількість одночасно лише на *k*-кроці виконуваних процесів  $j=2, 3, 4, \dots$  на першій фазі  $k=1$  паралельної, тобто автономної роботи. На кінці цього інтервалу у момент  $T_1 = \Delta\tau_{0j1}$  буде інтегрований стан  $S_1$  праці групи учасників *j* по узгодженому локальному коротко частковому етапі плану – програмі на означену фазу координації співвиконавців разом з головним виконавцем. На всіх наступних фазах  $x_1 < k < n$  маємо двобічні дискретні події. Контролюємо чітко початковий стан та ланцюг  $S(i-1)ji(k-1)$  до завершення спільних робіт

результату  $S_{ijk}$  за рахунок досягнення тривалості часу  $0 < \Delta\tau_i \leq \tau_k$ . Завершення без похибок, без порушень всіх вимог до доцільності, якості, надійності, ефективності означає факт виконання паралельних робіт даної кількості співвиконавців на даному етапі. Під кожним етапом  $k$  фази виконання плану-графіку спільних робіт розуміється наступне. Безумовно виконуються всі необхідні супроводження у частині забезпечення TESIMFO ресурсів, що необхідні й достатні у конкретних обсягах за конкретними показниками якості [21]. Таким чином умовно діє аксіома про самовідповідальність кожного ТПМ або співвиконавця ДУМ для головного виконавця з гарантованими режимами самоконтролю, управління та логістичного забезпечення. Таким чином всі TESIMFO якісні ресурси чітко описані, включаючи кількісні рівні обмежень. Саме така автоматизація, за явних умов дії наявними ресурсами, теоретично розриває «порочні кола нескінченності», що завжди обмежені конкретною практикою самонавчання.

Таблиця 3 – Agile інтегрована єдність функцій та завдань управління в циклах ергатичного моделювання перспективних об’єктів

Table 3 – Agile Integrated Integrity of Functions and Management Tasks in Ergonomic Perspective Cycles

| Задачі кроків в циклах моделювання   |                          | Деякі приклади фазових процедур створення ШКМ |  |   |
|--------------------------------------|--------------------------|---|--|---|
|                                      |                          | Вхідна речовина ШКМ                           | Головні функції                          | Конструктивні комплектуючі                            |
| 1 – Plan<br>Планування               |                          | Прогнозування постачання ресурсів             | Режими роботи ланцюгових каскадів        | Почерговість функцій зміни відновлення та робочих дій |
| 2 – Decian<br>Побудова моделей       |                          | Розрахунок параметрів                         | Розрахунок еквівалентних характеристик   | Еквівалентування мережних несучих                     |
| 3 – Build                            | Системна оптимізація     | Рівень гарантованих навантажень               | Розподіл ресурсів                        | Втрати міцності під час напрацювання на відмову       |
|                                      | Розрахунковий аналіз РБМ | Стійкість та навантаження                     | Надійність, стійкість, перехідні процеси | Експлуатаційний режим збурення, стійкість             |
| 4 – Test                             | Оцінка роботи РОМ        | Комплексний вузол навантаження                | Запас стійкості                          | Режими критичних зон                                  |
|                                      | Прийняття рішення        | Вибір актів дії                               | Вирішення ремонтних заявки               | Вибір параметрів під час експлуатації                 |
| 5 – Review<br>Формування результатів |                          | Текстові документи математичного звіту        | Системи відображення інформації          | Графічні характеристики якості ШКМ                    |

Зафіксовані вхідні умови за описом виду роботи дозволили формалізувати відношення  $r_{ijk} \in R$  за чітким критерієм попередника. Для кожного учасника плану взаємодії на дискретній решітці простору реалізації завдань зафіксована пара (замовлень й одночасно заборон на завершення виконання) до моменту повного задоволення контрольованих показників якості, подібності, ефективності. Наприклад, в процесі виконання робіт на інтервалі неперервно оцінюється функціонал.

$$I = G[x(T), T] + \int_{t_n}^T \varphi(t, x, u) dt, \quad (1)$$

де функції  $G$  та  $\varphi$  мають неперервні частинні похідні по  $x_i$  та  $u$ , але вони різні. Топологія відповідна інтервалам часу та кроково-ситуаційно позиційного виконання інтерфейсних з’єднань для ієрархічного цільового керування динамічними процесами СДС.

Опис планового (шуканого) траєкторного руху або програмного складеного процесу взаємодії дискредитується на повній множині учасників робіт за ключовими показниками. Для ілюстрації принципу формалізації задачі обмежимо трійкою показників  $\langle Z, T, U \rangle$ , де  $Z_i \in Z$ . Тоді код

завдання  $Z_i$  – показ, якій відповідний  $i$  учасник ( $i = 1$  фіксується за генеральним виконавцем [21], для інших це цілочисельні значення  $1 < i \leq l$ ) в інтервалі. Цілочисельна тривалість часу виконання почергових конкретних замовлень в обраних  $t_j \in T$  єдиних одиницях виміру та одиниці оцінювання. Наприклад, 1 робоча година на шкалі єдиного всесвітнього часу. Цілочисельні витрати ресурсів на управління виробничим процесом згідно заданого  $u_k \in U$  заказу, часової тривалості та критеріїв оцінювання. Принципова перевага дискретних шкал визначає еквівалентні одиниці вимірювання та інтегроване значення обсягу до отримання замовленого результату. Дискретизація у метрологічних одиницях виміру кортежу  $\langle Z, T, U \rangle$  дозволяє мати початкову Excel таблицю. Наприклад, вона має  $n$  рядків відповідно кількості деталізованих замовлень. Кожен  $Z_i$  має індивідуальність й СОС внутрішньої організації. В рамках календарного плану-графіку реалізацію уніфікованої типової задачі в кортежі  $Z_i$  можемо відобразити теж складну (внутрішню) кооперацію. Для цього попередньо повинні бути отримані відповідні оцінки гарантованого виконання означеного заказу. До початкового етапу розв'язування задач даного класу програмного управління ДУМ отримує опис предикативних умов правил наслідування попередніх результатів під час наступних процесів СДС. Труднощі розподілу часткових замовлень по виконавцям (різні просторові позиції місце знаходження та віддаленість їх від ДУМ виконавця) та у єдиному поточному часі обумовлені причинами чергового наслідування з додаванням нових адекватних ситуаціям даних.

Відображення змін станів – закінчених операцій у повному ПЧК обумовлює переходи від лінійної інтерпретації до дій та відношення у тривимірні просторові та тривимірні часові єдині ПЧК. Результируючі переміщення для простору  $X$  координата фіксує потоковий  $t_1$  календарний час. Тоді координати  $Y$  та  $Z$  для простору будуть допоміжні для ТТР і будуть визначати відхилення за ортогональними напрямками. Дійсно у супутніх границях-площинах явні обчислення невизначених  $(x - y)$  та  $(x - z)$  доповнюють відношення у тривимірному ейлеревому просторі спільної системи координат. Відхилення у площині  $XOZ$  будуть відображати ступінь ризику не виконання цілісного замовлення за причин зменшення (тобто віддалення) від цілі за всіма критеріями. Відхилення у площині  $XOY$  нехай характеризують віддалення від цілі за критеріями спорідненості причинно-наслідкових відношень. Паралельна дія за умов естафетної передачі автоматизує інші роботи за описом обраного кортежу ПМ. Наприклад, можливі суттєві наближення виконавця до цілі та зберігання ресурсу на своєчасні фази реакції ДУМ для вимірювання, контролю, тестування складних об'єктів техніки та технологій майбутнього функціонування СДС.

Значні проблемні труднощі слід визначати аналогічно за різними часовими відношеннями. Ключовий потоковий час явища відображуємо за  $t_1$  віссю відліку масштабних одиниць швидкості модельного руху у ПЧК. На ці означення впливають супутні події у площині  $t_1 0 t_3$ , що координуються з площиною  $XOZ$  позиційних змін. Запас часу за віссю  $0 t_3$  відображує можливість завчасного коригування подій та віддалення БОН від НОН загроз та ризиків. Додатково вісь  $0 t_2$  дозволяє характеризувати прискорення чи гальмування фаз виконання дій, що необхідні для наближення у часовому вимірі до планового виконання всіх вимог й критеріїв завершення складного замовлення на створення ПСМ.

Засобами IT MS Excel можливо реалізовувати алгоритми створення кращого календарного пану робіт за участю головного виконавця та всіх його співвиконавців з урахуванням вищеозначених обмежень та особливостей причинно-наслідкових відношень. Значення всіх початкових даних й коефіцієнтів відповідно таблиці завдань IAS вводять вручну. Табличний процесор побудований завдяки опису функцій, які автоматично обчислюються для означення станів у шестивимірному просторі  $n = 3 + 3$  метризованого ПЧК. Поточні оцінки витрат на завершені етапи дозволяють фіксувати різні витрати реалізації стратегій комплексного плану-графіку координації робіт. Порівняння керованих варіантів найкращого ТТР забезпечує знання функціональних процесів для створення ПСМ. Означено рівні структурних моделей СДС та реального природного Всесвіту.

1. Базовий склад елементів – часток (нейтрон, протон, електрон), які здатні в базових умовах ЗНОС формувати  $10^{-9}$  атомарний нанорівень композиційних угруповань. Нульовий автоматичний опис це симплекси назв за умов без традицій декомпозувати та розчленувати на більш дрібні частки.



2. Атомно-молекулярний склад речовин, які мають індивідуальну СОС організаційної будови. Перший опис симплексів причинно-наслідкового переходу кількісного поєднання відносин до появи нових групових властивостей. Нова якість обумовлена за рахунок нової композиційної структури та відповідних природних умов до збереження стійкості вже на рівні даної елементарної організації згідно закону хімічних періодичних властивостей.

3. Клітинний склад з власною внутрішньою організацією. Він забезпечує прямі й зворотні явища (інтеграції та ділення, розвитку та декомпозиції, злиття – поєднання та стійкості-відновлення). Другий опис симплексів з типовими структурно-організаційними процесами визначає роль контактних умов ЗНОС та поверхнево-об'ємних форм взаємодії клітинного простору. Коли інші умови ПЧК сприятливі для проникнення менших часток ЗНОС речовини у клітинний об'єкт, тоді такі явища треба обчислювати та геометрично фіксувати конкретно ПЧК.

4. Матеріально-тканинний склад забезпечує появу нових груп (інших структур-органів) з особливими елементарними стабільними функціями. Третій опис симплексів правдоподібних груп-функцій забезпечує чіткий термінально граничний рівень формотворення та визначають розподіл функцій інтерфейсних взаємовідношень між органом з тканинною оболонкою внутрішніх околів та компонентами ЗНОС. На цьому рівні визначаються стабільні елементарні гетерогенні функції граничних умов макрорівня організації СДС (самоподібність).

5. Агрегатний склад організмів і спеціальних процесів створення технологічних комплексів. Описи відображують динамічний розвиток й диференціювання навантажень впливів та реагувань внутрішньої організації в контактних вузлах взаємодії гетерогенних процесів. Четвертий опис симплексів забезпечує типову агрегацію носіїв. Суттєва різниця клітинних й матеріально-тканинних матеріальних властивостей породжує чи створює індивідуальні сполуки. Агрегатний стан кваліфікуємо для: конструктивно -твердих тіл; рідинних потоків сумішей чи в'язучих; летучих сполук з газоподібним термодинамічним рухом в змінних об'ємах СДС.

Для комплексного моделювання, оцінювання та прийняття прогнозних рішень у змінних та нестаціонарних умовах експлуатації. Досвід оперативного ГАУ реальними СДС дозволяє зафіксувати ефективність застосування інфологічних моделей в ПАК КМ-ПД. Практика у вигляді настанов дії (що зробити) характеризує системотехніку та наступні методичні рекомендації.

P1. Чіткість предикативних понять теорії та практики в описах ЄПП.

P2. Однозначність завдань стратифікації, уніфікації, декомпозиції та ієрархічних відношень повного контексту групових типових ситуацій.

P3. Єдність та ефективність цілеспрямованого вектору <мета, моделі, методи, засоби ІТ, настанови-директиви, швидкі дії, якісні ТТР>.

P4. Накопичення практичного досвіду швидких взаємодій самонавчання та самоорганізація відповідно вирішень типових задач та алгоритмічного опису предикативних комунікаційних Big Data в ПАК КМ-ПД.

P5. Знайти необхідні й достатні ресурси для отримання планових ТТР аналогів в складних конфліктних й ризикованих ситуаціях, коли не можливо звертатись до експертів з застосуванням «хмарних ІТ».

P6. Індивідуальна увага до інтерфейсів комунікаційних каналів, які реалізують стандарт ISO-9004 й принципи OSI (відкриті системи інтелектуальних взаємодій) для коригування похибок, відновлення працездатності й інноваційної якості ПАК КМ-ПД [21].

P7. Предикативні правила ІТ та формалізований досвід практики спрямовувати на застосування гетерогенних закономірностей, враховуючи, що вище означені рекомендації стосуються всіх сучасних фізичних засобів.

Комплексний видовий склад дозволяє диференціювати більш складні об'єкти [1-9,12-17], які в той же час можливо відносити до типових уніфікованих форм з стабільними життєвими циклами відповідного практичного застосування. П'ятий опис таких симплексів забезпечує уніфікацію природних процесів й явищ згідно актуальних напрямків технологічного прогресу, включаючи створення складних матеріалів та необхідних за потреб конструкцій [5-9].

Ергатичний інтелектуальний склад різноманітних СДС дозволяє визначати стани й процеси з фундаментальними явищами саморегуляції, самовідновлення, самоуправління, самоорганізації. Шостий рівень опису таких (НМІ) симплексів зачіпає мовні лінгвістичні форми прояву інтелектуальних відносин для відображення обов'язкових ознак життя. Тому інфологічні моделі повинні: описувати обміни речовин, енергії, інформації; деталізувати неперервність, дискретність, цілісність; передбачати дефектоутворення, відновлення, рівні подібності; спрямовувати створення живучості, розвитку, функціональної стійкості до впливів ймовірних нестаціонарних факторів ЗНОС.

На сучасному етапі застосування різноманітних засобів ІТ все більший розвиток набувають ергатичні засоби створення інноваційних складених матеріалів, механізмів, машин, комплексів та систем, що інтегрує в собі потреби та тенденції розвитку та впливів на прогресивні інтелектуальні транспортні інфраструктури рівнів державного для міжнародних транспортних мереж.

#### **Висновки**

1. На початкових етапах формалізації задач моделювання контактної поверхні СДС за умов взаємодії з факторами впливів ЗНОС немає апробованих знань про ступені дії кожного гетерогенного явища, що й породжує згідно отриманого завдання розв'язати проблему подолання початкової кардинальної складності, невизначеності й ризиків.

2. Формалізація необхідних та достатніх умов подібності між природними явищами та модельними процесами взаємодії спрощених фрагментів потребує багатокрокового узгодження. Документальні описи отримуємо на основі забезпечення рівностей критеріїв подібності для кожної частки, що досліджуємо. Результати можливі на спрощених (еквівалентних) моделях за поняттями математичних багатовекторних симплексних точок у багатовимірних топологічних просторах символічної алгебри.

3. Для розвитку кожної часткової задачі у межах задачної системи, яку досліджуємо за допомогою програмно-апаратного комплексу КМ-ПД, необхідно знати зафіксовані дані стосовно: початкових параметрів, стану об'єктів, що взаємодіють; умови на границях між такими контактними парами; сутність, особливість й специфіку взаємозв'язку у локальному ПЧК; умови фіксування компонентів у заданих проявах впливу довкілля; ступені адекватності, подібності, точності описів гетерогенних взаємоперетворень за напрямом головної цільової взаємодії в СДС.

4. Інтегровані знання гетерогенної взаємодії природних явищ відображають процесні інфологічні моделі, які разом з управляючими модулями у засобах прийняття розгалужених рішень гарантують показники ефективності подальших багатокрокових (можливо ітераційних) наближень до точних, прогнозних, варіативних результатів згідно етапів комплексного моделювання СДС. Методологічні основи процесного інфологічного моделювання (ПІМ) СДС, які взаємодіють разом з ЗНОС, апробовано для задач проектного створення ПСМ типу захисного одягу за спец замовленнями.

#### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна\\_промисловість\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна_промисловість_України).
2. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://autoexpert.in.ua/6712-rinok-elektromobility-pidsumki-2016-roku.html>
3. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://autoexpert.in.ua/6712-rinok-elektromobility-pidsumki-2016.html>
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К. Міністерство екології та природних ресурсів України. LAT&K.-2012.-258с.
5. Налютин Н.Ю., Рябов В.А. Управление рисками в программных проектах высокой надежности // Программные продукты и системы.-№3.-2011.-с.65-67.
6. European Commission «Digital Agenda for Europe. Available online at: // <https://ec.europa.eu/digital-single-market/>
7. Smart Cities project. Available online at: <http://www.eess.europa.eu/>
8. A. Guide to the Project Management Body of knowledge (PMBOK®GUIDE) 5-th Edition PMI.-2012.-586P.
9. PRINCE2® and the IPMA® Competence Baseline [Електронний ресурс]/ Available from: // [www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/](http://www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/)
10. Медведєва О.М. Інтеграційний механізм ефективності комунікації в проектах: дис.докт.техн.наук:05.13.22/ О.М.Медведєва; Східноєвропейський національний університет імені В.Даля. – 2013.-448с.
11. Морозов В.В. Управління проектами: процеси планування проектних дій: Підручник / В.В. Морозов, І.В. Чумаченко, Н.В. Доценко, А.М. Чередніченко. – К.: Університет економіки та права «Крок». – 2014.-673с.
12. Рукашнікова Е.Е. Проектирование дорожных одежд в Indoor Paverment / Е.Е. Рукашнікова, К.А. Лубкіна, А.В. Скворцов // Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015.-284с.-doi:10.17273/book/2015.4
13. European e-Competence Framework. Acommon European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. CWA 1634:2014 Part1: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ecompetences.eu/e-cf-3-0-download/>

14. MSIS 2016 Global Competency Model for Graduate Degree Programs in information Systems. 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.utwente.nl/en/bit/about/MSIS-2016-ACM-AIS-curriculum.pdf>

15. МЕК61131-3 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ko.com.ua/node/34561>

16. ІЕС61131-3: языки и средства программирования [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ko.com.ua/node/34561>

17. Класификация технологических процессов АСУТП [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://automation-system.ru/main/11-asutp/asu-tp/45-40-klassifikacziya-texnologicheskix-procressov-asu-tp.html>

18. Функции основных блоков SCADA-системы [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://automation-system.ru/main/62-about-scada/scada/7-427-funkczii-osnovnyx-blokov-scadan-sistemy.html>

19. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 165 с.

20. Патент USA Lotfi A. Zadeh, Saied Tadayon, Bijan Tadayon; заявл. 12.03.2018, опубл. 19.07.2018, Бюл. US20180204111A1.

21. Комісаренко О.С. Процесні інфологічні моделі в задачах гетерогенної взаємодії складних динамічних систем та нестационарного середовища / Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2019. – Вип. 1 (40). - с. 3-12.

#### REFERENCES

1. [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна\\_промисловість\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна_промисловість_України).

2. [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <http://autoexpert.in.ua/6712-rinok-elektromobility-pidsumki-2016-roku.html>

3. [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <http://autoexpert.in.ua/6712-rinok-elektromobility-pidsumki-2016.html>

4. Nacional`na dopovid` pro stan navkoly`shn`ogo pry`rodnogo seredovy`shha v Ukrayini u 2011 roci. – К. Ministerstvo ekologiyi ta pry`rodn`x resursiv Ukrayiny`. LAT&K.-2012.-258s.

5. Nalyuty`n N.Yu., Ryabov V.A. Upravleny`e ry`skamy` v programmn`ykh proekтах vysokoj nadezhnosti` // Programmnye produkty y` sy`stemy.-#3.-2011.-s.65-67.

6. European Commission «Digital Agenda for Europe. Available online at: // <https://ec.europa.eu/digital-single-market/>

7. Smart Cities project. Available online at: <http://www.eess.europa.eu/>

8. A. Guide to the Project Management Body of knowledge (PMBOK®GUIDE) 5-th Edition PMI.-2012.-586P.

9. PRINCE2® and the IPMA® Competence Baseline [Електронний ресурс]/ Available from: // [www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/](http://www.axelos.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fad93bd9-elc7-4/86-99be-c48d3066cde3/)

10. Medvyedyeva O.M. Integracijny`j mexanizm efekty`vnosti komunikaciyi v proekтах: dy`s.dokt.texn.nauk:05.13.22/ O.M.Medvyedyeva; Sxidnoyevropejs`ky`j nacional`ny`j univ`ersy`tet imeni V.Dalya. – 2013.-448s.

11. Morozov V.V. Upravlinnya proektamy`: procesy` planuvannya proektny`x dij: Pidruchny`k / V.V. Morozov, I.V. Chumachenko, N.V. Docenko, A.M. Cherednichenko. – К.: Univ`ersy`tet ekonomiky` ta prava «Krok». – 2014.-673s.

12. Rukashny`kova E.E. Proekty`rovany`e dorozhny`x odezhd v Indor Paverment / E.E. Rukashny`kova, K.A. Lubky`na, A.V. Skvorczov // Tomsk: Y`zd-vo Tom. un-ta, 2015.-284s.-doi:10.17273/book/2015.4

13. European e-Competence Framework. A common European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. CWA 1634:2014 Part1: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ecompetences.eu/e-cf-3-0-download/>

14. MSIS 2016 Global Competency Model for Graduate Degree Programs in information Systems. 2016. [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <https://www.utwente.nl/en/bit/about/MSIS-2016-ACM-AIS-curriculum.pdf>

15. МЕК61131-3 [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <http://ko.com.ua/node/34561>

16. IEC61131-3: yazyky` y` sredstva programy`rovany`ya [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <http://ko.com.ua/node/34561>
17. Klasy`fy`kacy`ya texnolog`chesky`x procesov ASUTP [Elektronny`j resurs]/ Rezhy`m dostupu: <https://automation-system.ru/main/11-asutp/asu-tp/45-40-klassifikacziya-texnologicheskix-procressov-asu-tp.html>
18. Funkcy`y` osnovnyx blokov SCADA-sy`stemy` [Elektronny`j resurs]. Rezhy`m dostupu: <https://automation-system.ru/main/62-about-scada/scada/7-427-funkczii-osnovnyx-blokov-scadan-sistemy.html>
19. Zade L.A. Ponyaty`e ly`ngvy`sty`cheskoj peremennoj y` ego pry`meneny`e k pry`nyaty`yu pry`bly`zhennyx resheny`j.-M.:My`r, 1976.-165 s.
20. Patent USA Lotfi A. Zadeh, Saied Tadayon, Bijan Tadayon; zayavl. 12.03.2018, opubl. 19.07.2018, Byul. US20180204111A1.
21. Komisarenko O.S. Procesni infologichni modeli v zadachax geterogennoi vzayemodiyi skladny`x dy`namichny`x sy`stem ta nestacionarnogo seredovy`shha / G.L. Baranov, O.S. Komisarenko // Visnyk Nacional`nogo transportnogo universy`tetu. – K.: NTU, 2019. – Vy`p. 1 (40).-s. 3-12.

### РЕФЕРАТ

Баранов Г.Л. Інфологічне моделювання технологічних процесів створення перспективних складених матеріалів / Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко, О.М. Прохоренко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2020. – Вип. 1 (46).

Стаття присвячена розвитку методів інфологічного моделювання та документального опису імітаційного поліергатичного випробування несучих властивостей наноматеріалів, що визначають витривалість та ресурс перспективних складених матеріалів.

Формалізовано математичний опис необхідних моделей та методів для системи КМ-ПД, як програмно-апаратних комплексів поліергатичного випробування технології формування структури наноматеріалів згідно техніко-технологічних замовлень на експлуатаційні оцінки витривалості матеріалу шарів й ресурсу робочих поверхонь для безпечного руху прогнозних транспортних потоків.

Обґрунтовано особливості режимів взаємодії та мови імітаційного ергатичного моделювання для пошуку раціональних енергоефективних технологій створення матеріалів. Запропоновані аналітичні засоби, спрямовані на формування структури кремній-вуглецевих полімерів та композитів з очікуваними сило-моментними та масово-енергетичними фізико-хімічними властивостями протидіяти впливами гетерогенних факторів нестационарного довкілля. Формалізм інфологічного моделювання процесів забезпечує побудову умов для цілеспрямованих між атомних та молекулярних взаємодій в обмежених локальних просторових об'ємах. Формалізована параметризація взаємних функцій розподілу концентрацій, тиску та температур, які спільно прискорюють етап термодинамічної самоорганізації та керують утворюють доменно-гранульовані структури речовин.

Інформаційно аналітичні засоби системи КМ-ПД забезпечують достовірності оцінок інтервалу витривалості, механічної міцності, інтегрованого ресурсу. Перспективні варіанти отримуємо методами моделювання та в цілому композицію. Суміші речовин витримують подібні впливи від факторів середовища та еквівалентно реагують згідно мікрофазного просторового розділення сумісних складових компонентів. Максимальні рівні енергоресурсної ефективності замовлених несучих покриттів обґрунтовують для експлуатації транспортно-дорожнього комплексу з нестационарними потоками рухомих об'єктів на контактних поверхнях передбачені узгоджені рівні навантажень до умов наближених до натурних.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ІНФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, КРИТЕРІАЛЬНА ПОДІБНІСТЬ, ТРАНСПОРТНІ ВЗАЄМОДІЇ, НЕСУЧІ ШАРИ, НАНОСТРУКТУРИ, СИНТЕЗ, ПРОСТІР САМООРГАНІЗАЦІЇ, ДОКУМЕНТАЛЬНІ РІШЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.

### ABSTRACT

Baranov G.L., Komisarenko O.S., Prohorenko O.M. Infological modeling technology processes of perspective folded materials. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2020. – Issue 1 (46).

The article is devoted to the development of methods infologichnoho modeling and simulation polierhatychnoho documentary describing the test bearing properties nanomaterials that determine the

endurance and technological resources mixtures structural components pavement layers in terms the variety effects to cover non-stationary environment and traffic.

Formalized mathematical description models and methods necessary for the system CM-PD as hardware and software testing technology polierhatychnoho structure formation nanomaterials under technical and technological orders endurance performance evaluation and resource material layers work surfaces for safe movement traffic forecasting.

The peculiarities the modes interaction and the language simulation ergatic modeling for the search rational technologies creation road materials are substantiated. The proposed analytical tools aimed at forming the structure silicon-carbon polymers and composites with expected force-moment and mass-energy physicochemical properties to counteract the effects heterogeneous factors non-stationary environment. The method infological modeling processes for providing conditions for the purposeful between atomic and molecular interactions in the limited local spatial volumes is developed. Formalized parametrization of mutual functions distribution concentrations, pressure and temperatures, which jointly accelerates the stage thermodynamic self-organization and controlledly form the domain-granular structures substances artificial structural materials (SCM) road cover.

The information analytical tools the KM-PD system provide the reliability the estimates endurance interval, mechanical strength, integrated resource, obtained by the methods simulation the MSC and in general, KSSSDO. Mixtures substances withstand similar effects from environmental factors and respond equally to microphase spatial separation compatible component components. The maximum levels energy efficiency ordered load bearing coverings are the achievement for the operation the transport and road complex with non-stationary flows moving objects on the surfaces the future ITS infrastructure provided by the agreed levels multiple heterogeneous interactions.

**KEY WORDS:** THERMODYNAMIC SYNTHESIS, FORMATION OF NANOSTRUCTURES, DOCUMENTARIES DECISION, INFORMATION TECHNOLOGY, INFOLOHICHNE MODELING, CARRYING LAYERS TRANSPORT INTERACTION CRITERION SIMILARITY SECURITY RESOURCE SPACE SELF-ORGANIZATION.

#### **РЕФЕРАТ**

Баранов Г.Л. Инфологическое моделирование технологических процессов создания перспективных составленных материалов / Г.Л. Баранов, Е.С. Комиссаренко, А.М. Прохоренко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 1 (46).

Статья посвящена развитию методов инфологического моделирования и документального описания имитационного полиергатического испытания несущих свойств наноматериалов, определяющие выносливость и ресурс технологических смесей конструктивных составляющих слоев дорожной одежды в условиях многообразия воздействий на покрытие нестационарного среды и транспортных потоков.

Формализована математическое описание необходимых моделей и методов для системы КМ-ПД, как программно-аппаратных комплексов полиергатического испытания технологии формирования структуры наноматериалов согласно технико-технологических заказов на эксплуатационные оценки выносливости материала слоев и ресурса рабочих поверхностей для безопасного движения прогнозных транспортных потоков.

Обоснованы особенности режимов взаимодействия и языка имитационного эргатической моделирования для поиска рациональных технологий создания дорожных материалов. Предложенные аналитические средства, направленные на формирование структуры кремний-углеродных полимеров и композитов с ожидаемыми сила-моментным и массово-энергетическими физико-химическими свойствами противодействовать воздействиями гетерогенных факторов нестационарного окружающей среды. Развита метод инфологического моделирования процессов обеспечения построения условий для целенаправленных между атомных и молекулярных взаимодействий в ограниченных локальных пространственных объемах. Формализованная параметризация взаимных функций распределения концентраций, давления и температур, которые совместно ускоряют этап термодинамического самоорганизации и управляемо образуют доменно-гранулированные структуры веществ искусственных конструктивных материалов (ШКМ) покрытие дорог.

Информационно-аналитические средства системы КМ-ПД обеспечивают достоверности оценок интервала выносливости, механической прочности, интегрированного ресурса получаем методами моделирования ШКМ и в целом КСШДО. Смеси веществ выдерживают подобные воздействия от

факторов среды и эквивалентно реагируют согласно микрофазного пространственного разделения совместных составляющих компонентов. Максимальные уровни энергоресурсной эффективности заказанных несущих покрытий это достижение для эксплуатации транспортно-дорожного комплекса с нестационарными потоками подвижных объектов на поверхностях будущей инфраструктуры ITS, что предусмотрено согласованными уровнями множественной гетерогенной взаимодействия с условиями приближенных к натурным.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИНФОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КРИТЕРИАЛЬНОЕ СХОДСТВО, ТРАНСПОРТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, НЕСУЩИЕ СЛОИ, НАНОСТРУКТУРЫ, СИНТЕЗ, ПРОСТРАНСТВО САМООРГАНИЗАЦИИ, ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

**АВТОРИ:**

Баранов Георгій Леонідович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: baranovgl2018@gmail.com, тел. 280-70-66, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка 1, к. 347а. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Комісаренко Олена Сергіївна, Національний транспортний університет, асистент кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, тел. +380974638845, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 347а. [orcid.org/0000-0002-7436-6473](https://orcid.org/0000-0002-7436-6473)

Прохоренко Олександр Михайлович, Національний транспортний університет, студент кафедри інформаційних систем і технологій, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, тел. +380664306278, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 347а. [orcid.org/0000-0002-7451-3242](https://orcid.org/0000-0002-7451-3242)

**AUTHOR:**

Baranov GL, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of Information Systems and Technologies, tel. 280-70-66, Ukraine, 01010, Kyiv, street. Suvorov, 1, k. 347a. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Komisarenko O.S., National Transport University, assistant department of information systems and technologies, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, tel. +380974638845, Ukraine, 01010, Kyiv, 1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str. [orcid.org/0000-0002-7436-6473](https://orcid.org/0000-0002-7436-6473)

Prohorenko O.M., National Transport University, student department of information systems and technologies, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, tel. +380664306278, Ukraine, 01010, Kyiv, 1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str. [orcid.org/0000-0002-7451-3242](https://orcid.org/0000-0002-7451-3242)

**АВТОРЫ:**

Баранов Л., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры информационных систем и технологий, тел. 280-70-66, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 347а. <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Комисаренко Елена Сергеевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры информационных систем и технологий, e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, тел. +380974638845, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 01. [orcid.org/0000-0002-7436-6473](https://orcid.org/0000-0002-7436-6473)

Прохоренко Александр Михайлович, Национальный транспортный университет, студент кафедры информационных систем и технологий, e-mail: kist.ntu.edu.ua@gmail.com, тел. +380664306278, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 01. [orcid.org/0000-0002-7451-3242](https://orcid.org/0000-0002-7451-3242)

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри міжнародних перевезень і митного контролю, Київ, Україна.

Івохін Є.В., Професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень факультету комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктор фізико-математичних наук, професор.

**REVIEWER:**

Prokudin H.S., Doctor of Engineering Sciences, professor, National Transport University, professor department of international road transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.

Ivochin Y.V., Professor of the Department of System Analysis and Decision-Making Theory of the Faculty of Computer Science and Cybernetics of Taras Shevchenko Kyiv National University, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor.