

DOI: <https://doi.org/10.35681/1560-9189.2026.28.2.363352>

УДК 519.816

В. В. Циганок, В. П. Мінас

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України
вул. М. Шпака, 2, 03113 Київ, Україна

Структура моделі предметної галузі при колективному моделюванні

Дослідження присвячено розробці структури моделей, що створюються колективно на платформах трансферу знань з долученням груп експертів — компетентних спеціалістів у конкретних питаннях предметної галузі. На основі таких моделей на платформі трансферу знань вирішуються задачі стратегічного планування, генерування сценаріїв розвитку проблемних ситуацій та інші задачі аналітичної підтримки прийняття рішень у слабо структурованих областях. Отримано структуру моделі, яка дає можливість брати до уваги альтернативні варіанти досягнення певної цілі (варіанти декомпозиції), що важливо при аналізі сценаріїв і при побудові стратегічних планів. Запропоновано новий підхід до формування структури мережевої моделі, який ґрунтується на об'єднанні елементарних індивідуальних декомпозицій у загальну графову цільову ієрархієподібну структуру.

Ключові слова: платформа трансферу знань, ієрархічна цільова модель, колективне моделювання, групова декомпозиція, експертне оцінювання, засоби штучного інтелекту, підтримка прийняття рішень, сценарії розвитку подій, стратегічне планування.

Вступ

При підтримці прийняття рішень (ППР), особливо, при вирішенні складних задач у слабо структурованих областях, доречно спиратися на заздалегідь створені моделі цих областей. При моделюванні ці предметні області розглядаються як складні системи, які мають певну ціль свого функціонування, визначену цільовою функцією. Як правило, в слабо структурованих складних системах цільову функцію не може бути визначено аналітично. Процес моделювання складної системи полягає в її декомпозиції на більш простіші взаємопов'язані підсистеми (компоненти) і, як будь-яке моделювання полягає в спрощенні, тобто, виділенні найбільш важливих для функціонування системи компонентів і зв'язків між ними та нехтуванні усім менш важливим. Якраз знаходження балансу між докладністю моделі (її простотою) та можливістю визначати зміни в стані та поведінці системи за допомогою ці-

льової функції визначає необхідний рівень адекватності цієї моделі. Від адекватності моделі, по суті, залежить достовірність результатів вирішення задач прогнозування, стратегічного планування, визначення та оцінювання сценаріїв розвитку тощо, а, як наслідок, якість рекомендацій, наданих системами ППР.

Безсумнівно, що для створення адекватної моделі предметної галузі слід використовувати усі наявні знання в даній області. Згідно з дослідженнями американської компанії Delphi Group [1, 2], значна частка (42 %) знань, що повсякчас використовуються організаціями у своїй діяльності, жодним чином не зареєстровані на носіях інформації, а лише є в уяві досвідчених співробітників — експертів у конкретній області. Хоча, останнім часом, з бурхливим розвитком засобів штучного інтелекту (ШІ), ймовірно, ця частка дещо зменшилася, проте залишається дуже вагомою. Це підтверджує необхідність долучення експертів, їхніх знань до моделювання предметних галузей.

Окрім того, і що є також беззаперечним, долучати до моделювання варто не лише окремих індивідуумів, навіть надкомпетентних, а колективи експертів, у рамках яких, достовірність експертиз буде суттєво вищою.

На підтвердження відзначимо, що наразі моделювання предметних галузей здійснюється із використанням інструментарію системи підтримки прийняття рішень (СППР) «Солон-3» [3] при індивідуальній роботі експерта/аналітика та системи розподіленого збору і обробки експертної інформації для систем підтримки прийняття рішень — «Консенсус-2» [4] — при колективній роботі.

Опис наявних моделей

Розглянемо структуру моделі, на основі якої формуються моделі предметних галузей у системах «Солон-3» та «Консенсус-2». Ґрунтуючись на таких моделях, у подальшому, здійснюються аналіз і підтримка рішень на різних рівнях.

Структуру моделі зручно представити у вигляді орієнтованого графа, якому притаманні цілий ряд властивостей, обумовлених специфікою побудови моделі та тими характерними особливостями, які необхідно враховувати при аналізі моделі. Оскільки, модель є цілеорієнтованою, то вершини графа відповідають цілям, а наявність дуги в графі відповідає впливу однієї цілі (з відповідної їй вершини виходить дуга) на іншу ціль (ця дуга входить у відповідну їй вершину графа).

Структура моделі залежить від принципу моделювання, що пов'язаний з поступовою декомпозицією головної цілі, яка відповідає цілі функціонування системи, що моделюється. Декомпозиція — це широковідомий прийом, що застосовується в Системному аналізі [5] при вирішенні складних задач. Суть його полягає в тому, щоб складну задачу розділяти (декомпонувати) на простіші доти, поки ці задачі не зможуть бути розв'язані. У подальшому, розв'язки цих задач об'єднують задля синтезу загального рішення складної задачі. Виходячи з цього, граф має виражену кореневу вершину — головну ціль, з якої починається декомпозиція та побудова моделі складної слабко структурованої системи.

Процес послідовної декомпозиції цілей на складові (підцілі) продовжується до тих пір, поки для кожної, утвореної у результаті декомпозиції цілі не буде визначено необхідний ресурс і час для її досягнення. У такому випадку, подальша декомпозиція цих цілей припиняється, і відповідні цілям вершини залишаються листям деревоподібного графа. Цілі, що надалі не декомпонуються, є вершинами нижнього

рівня графа та відповідають поняттю проект/захід/варіант рішення. До цього етапу, процес моделювання шляхом ієрархічної декомпозиції співпадає з тим, що застосовується Методом аналізу ієрархій (МАІ) Томаса Саати [6]. У результаті ієрархічної декомпозиції утворюється граф типу дерево, як і в МАІ, а вже подальше моделювання має особливості та відрізняється від МАІ.

Крім послідовної декомпозиції (проходу по графу «зверху вниз»), є ще два етапи, необхідних для отримання більш адекватної моделі — графа типу «мережа», на відміну від графа «ієрархія», «дерево», що характерні для МАІ. Основні додаткові етапи такі: 1) генерування та включення до моделі будь-яких можливих варіантів рішень — додавання до графа відповідних вершин, що будуть відноситися до нижнього рівня графа, але, поки що, не мають налаштованих зв'язків з графом. Цей етап дуже важливий, адже від нього залежить повнота, а отже, і адекватність моделі. 2) етап руху «знизу вгору» — заключний при побудові моделі і полягає в додаванні впливів (дуг у графі), поступово рухаючись від вершин нижнього рівня ієрархії до кореневої вершини. У ході такого руху граф стає зв'язним, а також, поповнюється додатковими дугами — зв'язками, яких не було при проході по графу «зверху вниз». Додаткові зв'язки у графі теж сприяють підвищенню адекватності моделі.

Отже, в результаті, після виконання останнього етапу, маємо граф типу «мережа», який, як і будь-яка модель, містить лише найважливіші компоненти та зв'язки, що необхідні для адекватного опису предметної галузі.

У СППР «Солон-3» мережева модель, передбачає наявність альтернативних варіантів декомпозиції. Тобто, є можливість задавати несумісні пари підцілей при декомпозиції певної цілі (див. рис. 1). Несумісність означає, що цілі(підцілі) не можуть бути досягнуті одночасно, а може реалізовуватися лише один із варіантів. Отже, якщо серед підцілей деякої цілі є одна пара несумісних, то це утворює два варіанти декомпозиції цілі: один варіант утворює перша підціль несумісної пари разом із усією рештою підцілей, а інший — друга підціль пари разом із тією самою рештою підцілей. Таким чином, при моделюванні можуть бути задані декілька альтернативних варіантів досягнення певної цілі, причому, при визначенні ступеня досягнення даної цілі обирається максимальний ступінь досягнення серед значень, обчислених за кожним із варіантів. Тобто, в моделі спрацьовує (здіяна) лише та множина підцілей, яка на час розрахунку і за заданих поточних умов спричиняє максимальне досягнення цілі.

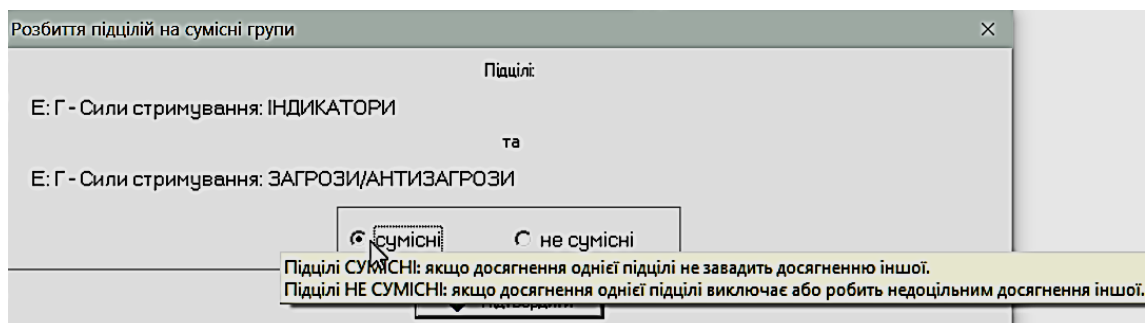


Рис. 1. Приклад уведення інформації про сумісність підцілей в СППР «Солон-3»

По суті, цілі, що мають декілька варіантів досягнення, мають серед множини підцілей декілька підмножин, де кожна підмножина відповідає певному варіанту досягнення цілі. Підцілі будь-якої цілі, за визначенням, усі мають бути важливими для досягнення цієї цілі. Важливість підцілі (її впливу на ціль) визначається у ході декомпозиції, яка є основним елементом при моделюванні, коли визначається множина найважливіших факторів (підцілей), що мають вплив не менший ніж 10 % від суми усіх впливів. 10 % — це приблизний поріг, нижче якого в даній моделі наявність впливу ігнорується. Це значення корелюється ще з вимогою про кількість підцілей у декомпозиції кожної цілі, — вона не має перевищувати 7 ± 2 [7], окрім того, з вимогою до моделі про можливість достовірного оцінювання лише за умови, щоби впливи підцілей (ваги альтернатив) були величинами одного порядку (відрізнялися не більше ніж у 10 разів). До речі, у системі «Консенсус-2» [4], при формулюванні підцілей деякої цілі для експерта-аналітика, що працює у складі експертної групи, видається це застереження (рис. 2).

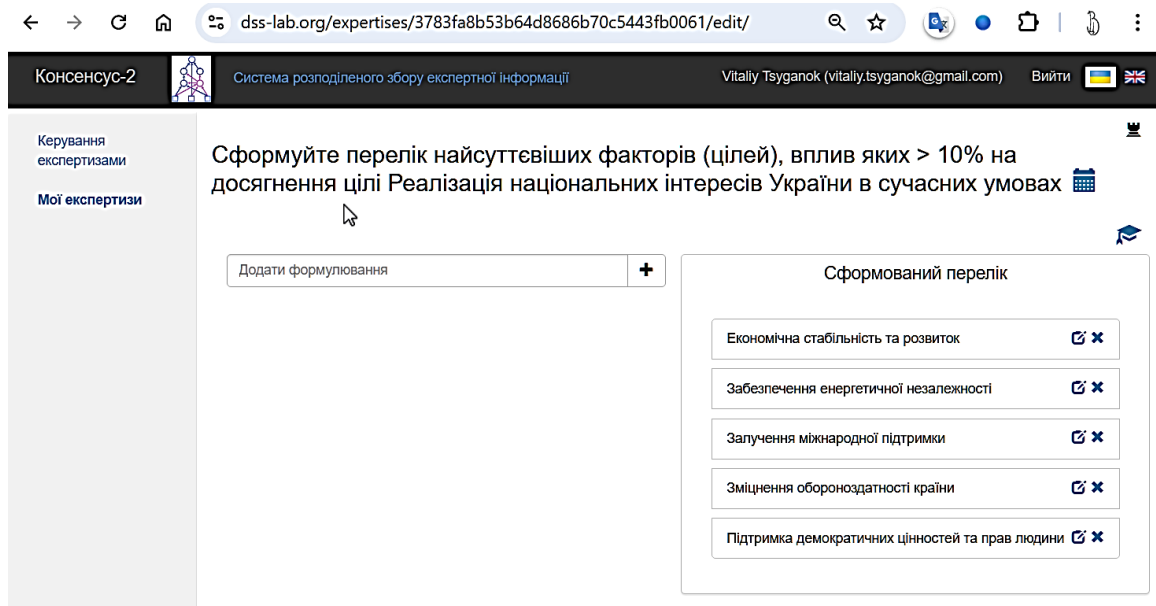


Рис. 2. Приклад формулювання найважливіших впливів у веб-системі «Консенсус-2»

Якщо говорити про наявність варіантів досягнення певної цілі, то слід зазначити, що при моделюванні такі випадки зустрічаються не досить часто. Інший додатковий варіант, окрім основного, слід враховувати у випадку, коли важко спрогнозувати, який із наявних варіантів дасть більший вклад у досягнення цілі. Тобто, якщо у осіб, долучених до моделювання, не виникає сумнівів, що досягнення усіх підцілей приведе до максимального ступеня досягнення цілі, на яку вони безпосередньо впливають, то цей варіант залишається єдиним варіантом досягнення цілі. Непрогнозованість і, відповідно, декілька варіантів досягнення цілі виникає при невпевненості і невизначеності, який саме варіант декомпозиції (набір підцілей) цієї цілі дасть максимальний ступінь її досягнення. Для індивідуальної роботи (СППР «Солон-3») експерт має ці випадки відслідковувати самостійно, при груповій роботі («Консенсус-2») цей процес можна дещо автоматизувати та покласти керування ним на інженера знань (організатора експертиз).

Модель предметної галузі, створена індивідуально в СППР «Солон-3», передбачає зберігання графа мережевої структури (ієрархії цілей) у ресурсному файлі віконної форми, як у контейнері. В цьому контейнері зберігаються спискові структури показників на об'єкти типу «вершина». Об'єкти-вершини є візуальними компонентами, що належать віконній формі і відображаються у графічному інтерфейсі як вершини графа ієрархії цілей. Кожен об'єкт-вершина має спискову структуру показників на інші об'єкти типу «вершина». За допомогою таких списків формується множина дуг графа ієрархії цілей. Тобто, кожна вершина (ціль) має список інцидентних вершин (список підцілей даної цілі). Кожний елемент списку підцілей є набором даних, що характеризують конкретний вплив підцілі на ціль (конкретну дугу графа ієрархії цілей). Дані представляють собою властивості впливу (позитивний/негативний), а також ряд значень — ваг, що відповідають певній дузі зваженого графа. Вагами зваженого графа є часові затримки впливів підцілей на ціль і часткові коефіцієнти впливу (ЧКВ).

ЧКВ — відносні ваги впливів на ціль, нормовані до одиниці для кожного варіанта досягнення цілі:

$$\sum_i w_{ig} = 1,$$

де w_{ig} — це відносна вага впливу i -ї підцілі в рамках g -ї групи сумісних між собою підцілей. Вагові значення впливів w'_{ig} , отримані як експертні оцінки, для зручності сприйняття, нормуються:

$$w_{ig} = \frac{w'_{ig}}{\sum_i w'_{ig}}.$$

Таким чином, кожен вплив підцілі на ціль (дуга орієнтованого графа) може мати свій ЧКВ у кожній групі сумісних між собою підцілей, тобто, кожна дуга навантажується множиною ЧКВ, де кожен ЧКВ пронормований у рамках певного варіанта досягнення цілі.

Отже, наявна структура моделі предметної галузі, що застосовується в СППР «Солон-3», має вигляд мережі та зберігає інформацію у спільній структурі даних — орієнтований зважений граф типу «мережа». У цій СППР модель будується індивідуально, лише одним користувачем системи — експертом-аналітиком.

У ході колективної побудови моделі із застосуванням веб-системи «Консенсус-2» постає необхідність значно розширити структуру моделі, що використовується. Це обумовлено цілим рядом особливостей технології колективного моделювання, хоча результуюча модель, по суті, співпадає з моделлю, що створюється при індивідуальному моделюванні.

Наведемо перелік особливостей групового моделювання:

— декомпозиція певної цілі виконується окремо (індивідуально) кожним експертом-аналітиком зі сформованої групи, при цьому кожен формує перелік підцілей (найбільш суттєвих на його думку, факторів, що впливають на досягнення цілі);

— кожен експерт-аналітик, крім нових сформульованих ним підцілей, має змогу додати вже раніше сформульовані цілі зі сформованого переліку (рис. 3);

— визначають ідентичні за змістом формулювання підцілей, які запропоновані різними експертами в групі;

— проводиться групове голосування за краще формулювання в групі, і разом з тим, експерти-аналітики визначають, чи достатньо важливою для досягнення цілі є сформульована підціль;

— разом з тим, групове голосування визначає, чи буде включено певну, вже наявну ціль зі сформованого переліку, як підціль (тобто, чи буде встановлено вплив обраної цілі на ціль, що декомпозується).

Удосконалення процесу колективного моделювання

При практичному застосуванні колективного моделювання, яке апробовано використанням веб-системи «Консенсус-2», було виявлено ряд особливостей, які можуть знижувати достовірність і повноту отримання знань від експертів при побудові моделі. У вигляді тез викладемо спостереження, результати досліджень і тестування у ході дослідної експлуатації веб-системи.

1. Дослідження показали, що експерт у ході виконання декомпозиції, має працювати автономно, оскільки будь-які очні зустрічі, консультації, оцінювання невідворотно спричиняють тиск на експерта, спрацьовує ефект «диктатора» в експертизах, коли група схиляється до судження запропонованого найбільш авторитетним експертом.

2. Доцільно, щоб експерти працювали анонімно для колег із групи. Це позбавить від ефекту «диктатора», впливу на оцінки суджень інших експертів.

3. Не можна відкривати як експертам, так і організаторам експертизи інформацію про відносну компетентність експерта в питанні, що розглядається. Ця інформація має залишатися доступною лише для використання в методах групового оцінювання, оскільки розкриття інформації може призвести до демотивації експертів приймати участь в експертизі та до спотворення їхніх експертних оцінок.

4. На кожному кроці експертизи потрібно мати лише необхідну інформацію до поточного завдання, оскільки, «зайва» інформація лише відволікає експерта і заважає сконцентруватися на завданні та може спричинити когнітивні спотворення оцінок.

У зв'язку з викладеним, запропоновано шляхи удосконалення процесу колективного моделювання:

— задля автономності індивідуальних суджень експерта, відмовитися при декомпозиції від навантаження експерта щодо розгляду як підцілей уже наявних цілей в ієрархії, для цього пропонується прибрати з інтерфейсу експерта перелік наявних цілей (рис. 2). Це дозволяє виокремити декомпозицію експерта та зробити цей процес повністю автономним і незалежним від роботи інших експертів у групі;

— анонімність роботи варто забезпечувати в ряді режимів, наприклад, при введенні переліку підцілей експертові, який працює у складі групи, не повідомляється склад групи та кількість учасників. Групу формує організатор експертизи, який і керує ходом експертизи. Після введення підцілей, формулювання експертів, а також будь-які їхні оцінки є знеособленими для організатора експертизи.

Структура моделі предметної галузі

У ході тестування та дослідної експлуатації системи колективного моделювання «Консенсус-2» [4], однією із вимог, до якої є збереження усієї історії роботи

користувачів, виникли потреби в удосконаленні структури моделі, яке необхідне для використання моделі, саме при колективній роботі. І це — не зважаючи на те, що для реалізації різного роду обчислень при вирішенні задач ППР, модель предметної галузі, створена шляхом індивідуального моделювання із використанням інструментарію СППР «Солон-3» [3], повністю задовольняє потреби. Отже, при груповій роботі, структура моделі предметної галузі ускладнюється наявністю індивідуальних оцінок, рішень кожного члена колективу. Тобто, усі оцінки, судження кожного експерта-аналітика, їхні зміни при довготривалому супроводі зберігаються в моделі, і це спонукає до значних її удосконалень.

Первісною, фундаментальною пропозицією є уведення і реалізація окремої експертної декомпозиції, як «цеглинок» знань, з яких «будується» уся база знань — модель предметної галузі. При цільовому підході, експертів-аналітику пропонується виконати декомпозицію певної цілі, тобто сформулювати підцілі — найважливіші фактори, що впливають на досягнення даної цілі (наприклад, див. рис. 2). Таким чином, елементарна експертна декомпозиція (ЕЕД) цілі — це цілі разом із множиною сформульованих експертом підцілей даної цілі. Підцілі, по суті, це компоненти цілі, обов'язково важливі в сенсі, описаному вище (відповідно до думки експерта).

Варто зазначити, що саме у ході декомпозиції при формулюванні підцілей експерт опосередковано вже виконує попереднє оцінювання відносної важливості їхніх впливів на цілі, адже «важливість» означає не менше ніж 10 % від суми впливів. Отже, виконання ЕЕД — дуже відповідальна і не проста дія для експерта, від якої більшою мірою залежить адекватність майбутньої моделі. З іншого боку, ЕЕД — це головна ланка процесу отримання знань від експерта.

ЕЕД зручно зображати у вигляді орієнтованого графа — дерева з ціллю G як кореневої вершини, а листям дерева є підцілі SG_i (рис. 3). Кількість листків у дереві (підцілей), для даної моделі, не має перевищувати 7 ± 2 [7].

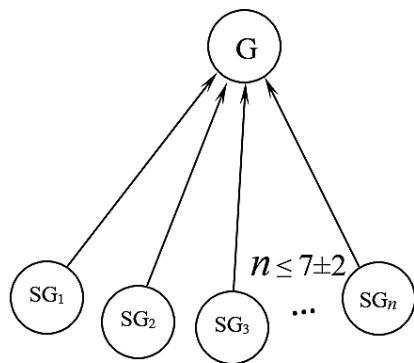


Рис. 3. Графове зображення декомпозиції цілі G

Наразі, постає задача формування мережевої моделі предметної галузі з елементарних декомпозицій — ЕЕД. Ця задача поділяється на підзадачі, відповідно до певних етапів технології групового моделювання.

Перша підзадача виникає, коли після виконання ЕЕД усіма членами експертної групи, задля отримання вже узагальненої групової декомпозиції, потрібне об'єднання підцілей, однакових за змістом. Для вирішення цього

питання в системі «Консенсус-2» долучається інженер знань (організатор експертизи), який об'єднану множину формулювань підцілей, наданих різними експертами, поділяє на групи, ідентичні за змістом. Ця операція може здійснюватись із застосуванням засобів ШІ, і її результатом є групи формулювань підцілей з однаковим змістом. Після цього, в кожній групі однакових за змістом підцілей шляхом колективного оцінювання визначаються кращі формулювання підцілей, які і увійдуть в узагальнену групову декомпозицію. Слід мати на увазі, що механізм колективного оці-

нювання дозволяє експертів, крім визначення кращого формулювання серед ідентичних за змістом, ще й виразити думку про не важливість певної групи, тоді, в результаті групового вибору, жодне з цих формулювань не стане підціллю узагальненої групової декомпозиції.

Після проведення описаних дій з групової декомпозиції, як результат, отримується узагальнена декомпозиція цілі, так само, з не більше ніж з 7 ± 2 підцілями (як на рис. 3). Фактично, ця узагальнена декомпозиція складається з ЕЕД експертів, долучених до процесу групової декомпозиції. Ці ЕЕД, так би мовити, накладені одна на одну з виключенням певної кількості підцілей із загальної кількості сформульованих експертами. Це виключення підцілей, а по суті, вибір тих, що залишаються, відбувається за колективної згоди експертної групи, яка при повторних сесіях, при іншому персональному складі, при зміні модельованої системи тощо, може сформулювати з тих самих ЕЕД зовсім іншу узагальнену декомпозицію цілі. У подальшому, саме з таких узагальнених декомпозицій формується мережева графова модель предметної галузі.

Друга підзадача виникає при реалізації у моделі варіантів декомпозиції певної цілі. Про можливість наявності таких альтернативних варіантів досягнення цілі згадувалось у попередньому розділі «Опис наявних моделей». Вирішення цієї підзадачі покладається на інженера знань і припускає можливість (але не обумовлює) застосування ним засобів ШІ. Під час групування однакових за змістом формулювань підцілей ЕЕД інженер знань має виявити групи формулювань, що відповідають несумісним між собою підцілям. Тут мається на увазі, що кожна група однакових за змістом формулювань відповідає певній підцілі узагальненої декомпозиції цілі, і потрібно визначити пари несумісних підцілей (за їхньої наявності). За цими парами несумісних підцілей визначаються групи сумісних між собою підцілей [8], які є варіантами декомпозиції цілі. Кожний такий варіант декомпозиції формується незалежно один від одного і являє собою окрему узагальнену декомпозицію. Кожна з підцілей, які сформовані як результат вирішення першої підзадачі, може входити в більше ніж у один варіант декомпозиції.

При відображенні мережевої моделі у вигляді графа, усі підцілі, які входять у різні варіанти декомпозиції, відповідають одній певній вершині, хоча варіанти декомпозиції зберігаються окремо в базі знань. Ще характерним є те, що ЧКВ однозначно відповідають підцілям (впливам) для кожного варіанта декомпозиції, тобто, кожний вплив у певному варіанті декомпозиції має свій відносний (відносно до інших впливів у даному варіанті декомпозиції) коефіцієнт впливу — ЧКВ.

Третя підзадача вирішується, коли до наявної мережевої моделі додається узагальнена декомпозиція, виконана групою експертів-аналітиків. Вона покладається на інженера знань і полягає в тому, щоб виявити і об'єднати в одну ціль однакові за змістом формулювання серед підцілей з узагальненої, щойно доданої, декомпозиції і формулювань цілей з усієї, наявної на поточний момент, мережевої моделі. Мовою теорії графів ця операція формулюється таким чином: коренева вершина узагальненої декомпозиції (декомпонована ціль) об'єднується з однойменною вершиною з мережі без втручання інженера знань і, потім, уже під його контролем і з можливим застосуванням ШІ, відбувається об'єднання вершин — підцілей узагальненої декомпозиції з однаковими за змістом цілями мережі (за їхньої наявності). Автоматизоване робоче місце інженера знань (організатора експертизи) має бути

обладнане інструментарієм, який дає можливість без застосування ШІ виконати останню із операцій: пошук однакових за змістом формулювань у рамках моделі.

По суті, результатом третьої підзадачі є додавання вагомих впливів між окремими цілями, що належать до різнорідних частин предметної галузі (не відносяться до послідовних декомпозицій). Зазвичай, при груповій роботі, впливи додаються між цілями, що сформульовані різними експертними групами, які мають різне галузеве спрямування (наприклад, економіка і екологія).

Висновки

У ході дослідження було проаналізовано та вдосконалено структуру моделі предметної галузі для задач колективного моделювання у слабо структурованих областях. Показано, що на відміну від класичних деревоподібних ієрархій, таку структуру доцільно представляти у вигляді мережевого орієнтованого графа. Це дозволяє враховувати не лише послідовну декомпозицію «зверху вниз», а й додаткові зв'язки та впливи, які виявлено при русі «знизу вгору», що суттєво підвищує адекватність та повноту опису складної системи.

Запропоновано концепцію елементарної експертної декомпозиції (ЕЕД) як базової одиниці знань, з яких будується загальна модель. Кожна така декомпозиція являє собою окрему ціль і множину сформульованих конкретним експертом підцілей, кількість яких обмежена числом 7 ± 2 . Такий підхід забезпечує автономність індивідуальних суджень експерта та дозволяє уникнути когнітивних викривлень і стороннього впливу на етапі збору інформації.

Розроблено методика формування узагальненої мережевої моделі шляхом об'єднання індивідуальних ЕЕД у загальну графову структуру. Процес включає групування ідентичних за змістом підцілей за допомогою засобів штучного інтелекту та фахового контролю інженера знань. Важливою особливістю моделі є можливість врахування альтернативних варіантів досягнення цілей через виявлення несумісних підцілей, що дозволяє системі автоматично обирати найбільш ефективний сценарій декомпозиції за заданих умов.

Впровадження запропонованих рішень у веб-систему «Консенсус-2» підтвердило їхню ефективність для підтримки прийняття рішень у стратегічному плануванні. Отримана структура дозволяє не лише зберігати історію групової роботи, а й інтегрувати знання експертів із різних галузей, забезпечуючи високу достовірність результатів моделювання.

У подальших дослідженнях пропонується акцентувати увагу на наступних питаннях, що стосуються структури моделі предметної галузі:

— варто розглянути можливість оцінювання впливів індивідуально кожним експертом перед об'єднанням ЕЕД в узагальнену декомпозицію та створенням варіантів декомпозиції певної цілі (альтернативних варіантів досягнення цілі). На відміну від такого процесу, натепер, експертами здійснюється оцінювання вже результуючого набору найбільш впливових цілей (після групування однакових за змістом і визначення кращих формулювань важливих підцілей);

— доречно врахувати, що впливи несумісних підцілей неможна порівнювати, бо вони не можуть досягатись одночасно і одночасно впливати на досягнення цілі;

— у перспективі, після проведення групового оцінювання впливів, варто переглядати множину підцилей: якщо підциль має відносний вплив, менший ніж 10 %, що обумовлено моделлю, то впливом такої підцилі варто знехтувати, а підциль включити з розгляду.

1. Uriarte, Filemon A. Knowledge Management: Konsep, Arsitektur dan Impelementasi Introduction to Knowledge Management: A brief introduction to the basic elements of knowledge management for non-practitioners interested in understanding the subject. *Jakarta: ASEAN Foundation*. (2008). ISBN, 9791968403, 9789791968409; 168 pages. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Introduction_to_Knowledge_Management.html?id=R1VhIwEACAAJ.
2. Shabrina Vina, Silvianita Anita Factors Analysis on Knowledge Sharing at Telkom Economic and Business School (TEBS) Telkom University Bandung. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 69. P. 198–06. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.303>.
3. Свідоцтво про державну реєстрацію авторського права на твір № 8669. Міністерство освіти і науки України державний департамент інтелектуальної власності. Комп'ютерна програма «Система підтримки прийняття рішень СОЛОН-3» (СППР СОЛОН-3) / Тоценко В.Г., Качанов П.Т., Циганок В.В. // зареєстровано 31.10.2003. URL: <https://dss-lab.org.ua/applications/solon-3>
4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 75023. Комп'ютерна програма „Система розподіленого збору та обробки експертної інформації для систем підтримки прийняття рішень — «Консенсус-2» / Циганок В.В., Роїк П.Д., Андрійчук О.В., Каденко С.В. // від 27/11/2017. URL: <https://dss-lab.org.ua/applications/consensus-2>.
5. Zgurovsky M., & Pankratova N. System analysis. Problems, methodology, applications. Kyiv: Naukova Dumka, 2011. 726 p.
6. Saaty T.L. Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.
7. Miller G.A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. 1956. **63**(2). P. 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>.
8. Циганок В.В. Про один метод виділення в множині об'єктів підмножин взаємно сумісних об'єктів. *Реєстрація, зберігання і оброб. даних*. 1999. Т. 1, № 2. С. 78–81.

Надійшла до редакції 25.04.2026

Прийнята до друку 19.05.2026

Опублікована 17.06.2026