

УДК 004.896

DOI: 10.31673/2412-9070.2022.013438

В. П. КОЛУМБЕТ¹, аспірант;К. П. СТОРЧАК², доктор техн. наук, професор,¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ² Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОД ТРАНСФОРМАЦІЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ В МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Різноманітні системи та процеси прийняття рішень мають свої особливості. Передусім ці проблеми складно описати алгоритмічно. Рішення ухвалюються за певними сценаріями, для опису яких доцільно використовувати бази знань і технології експертних систем. У разі автоматизації діяльності особи, що ухвалює рішення, можна застосовувати програмні інтелектуальні агенти. Тому для таких процесів інформаційна система має містити систему підтримки прийняття рішень, яка допоможе особі, що ухвалює рішення, на основі наявної інформації правильно визначити проблему та вибрати оптимальне вирішення. Слід зазначити, що не всі алгоритми і сценарії поведінки піддаються повній формалізації. Іноді потрібна безпосередня участь особи, яка ухвалює рішення. Для організаційно-технічних систем характерні процеси прийняття рішень, які передбачають роботу зі знаннями, формалізуються сценаріями та деколи припускають узгодження рішень. Ефект від інформатизації буде набагато вищим, якщо розв'язувати задачу автоматизації спільно із завданням удосконалення бізнес-процесів. На певному етапі аналізу технічного завдання та бізнес-процесів потрібно розробити концептуальну модель — визначити й описати основні об'єкти і взаємозв'язки між ними з метою формалізації предметної сфери організаційно-технічної системи, яку надалі потрібно трансформувати в концептуальну модель інформаційної системи.

У статті розглянуто метод трансформації моделі організаційно-технічної системи в модель інформаційної системи, сформовану як сукупність діаграм функціонального та об'єктно-орієнтованого підходу на основі використання концептуальних моделей предметної сфери. Такий метод дає можливість побудувати взаємно-однозначну відповідність між концептуальною моделлю предметної сфери організаційно-технічної системи та моделлю інформаційної системи.

Ключові слова: концептуальна модель; предметна сфера; фрейм-концепт; діаграми стану; трансформація ресурсів; інформаційна система; семантична мережа; мультиагентні системи.

ВСТУП

Сьогодні дедалі частіше використовуються мультиагентні системи під час розроблення інформаційних систем. У статті досліджується концептуальна модель мультиагентних процесів перетворення ресурсів інформаційної системи, що дає можливість показати структуру інформаційної системи і взаємозв'язки між усіма її компонентами. На першому рівні фреймово-семантичної мережі існують вузли, які відповідають програмному забезпеченню, а також бази даних інформаційної системи. Оскільки практичне моделювання та розроблення інформаційної системи [1] використовують функціональні та об'єктно-орієнтовані підходи, то цей процес також містить елементи фрейм-концептів моделювання архітектури програмного забезпечення, включно з фрейм-концептами таких діаграм: функціональних (IDEF0) [2], потоків даних (DFD) та діаграм UML (прецеденти, послідовності та класи). Ці стандарти не містять опису конкретних реалізацій операцій, однак відповідні фрейм-концепти охоплюють методи, схожі на методи фрейм-концепту «Перетворювач». Це дає змогу зберігати цю інформацію на етапі переходу від моделі мультиагентних про-

цесів перетворення ресурсів до моделі інформаційної системи, а потім використовувати її під час складання програмних модулів.

Огляд останніх досліджень та публікацій. Питання трансформації, або перетворення даних організаційно-технічної системи в модель інформаційної системи з використанням мультиагентних технологій є досить актуальним. Цій тематиці було присвячено низку праць сучасних іноземних та вітчизняних учених. Серед них, зокрема, варто виокремити таких, як: Субботін С. О., Івашук О. Т., Плєскач В. Л., Рогушин Ю. В., Бідюк П. І., Тимошук О. Л., Коваленко А. Є., Коршевніюк Л. О. та ін. Праці цих учених присвячені дослідженню та розвитку мультиагентних систем та систем підтримки прийняття рішень.

У статті [8] було розглянуто процеси підтримки прийняття рішень у системі керування виробничо-збутовим процесом. Для багатокритеріального оцінювання варіантів із використанням апарата нечітких множин вибрано вид функцій загальної корисності та корисності локальних критеріїв. Такий метод не дає змоги описати статичний і динамічний базові процеси, а отже, не зосереджується на питаннях їх аналізу і реінжинірингу.

У [9] описано систему підтримки прийняття рішень із погляду підвищення рівня інформаційної безпеки підприємства. Ця система здатна засобами системного підходу та ER-моделювання істотно підвищити рівень інформаційної безпеки підприємства, здійснюючи індивідуальне добирання методів та засобів політики інформаційної безпеки на підприємстві, беручи до уваги побажання підприємця та експертні оцінки. Запропонований метод реалізується у складі набору компонентів для розроблення мультиагентних систем. Інструментарій призначений для розроблення мультиагентних систем, пов'язаних із плануванням і виділенням ресурсів. Однак даний метод не призначено для аналізу та реінжинірингу бізнес-процесів.

У статті [10] розглянуто спосіб відбору шляхів завдяки представленню двох формальних підходів до послідовності, а саме: підходу «нарощування» та підходу «будування до цілі» для підвибору шляху. Водночас цей метод не здатен описати статичний і динамічний процеси, а отже, не вивчає питання їх аналізу і реінжинірингу.

У [11] аналізуються процеси моделювання підтримки прийняття рішень в інноваційних кластерах. Метод моделювання ґрунтується на принципі аналогії, тобто можливостях вивчення реального об'єкта не безпосередньо, а через дослідження подібного до нього й більш доступного цьому дослідженню об'єкта — його моделі. Але такий метод не дає можливості описати статичний і динамічний базові процеси та не займається питаннями їх аналізу і реінжинірингу.

Отже, з огляду на проведений аналіз виявлено, що наявні методи не повною мірою розв'язують проблему розроблення інформаційних систем, що впливає на аналіз процесів створення організаційно-технічної системи. Вони не зважають на динаміку бізнес-процесів, не приділяють достатньої уваги аналізу «вузьких місць», не використовують

інформацію з моделі процесів організаційно-технічної системи за умов динамічного бізнес-процесу для розвитку інформаційної системи.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є розвиток методів побудови системи підтримки прийняття рішень, комп'ютерного моделювання мультиагентних процесів перетворення ресурсів та інформаційної системи, трансформації моделі організаційно-технічної системи в модель інформаційної системи, заснованої на фреймово-семантичному поданні знань. Це дасть можливість більш повно схарактеризувати предметну сферу організаційно-технічної системи, впорядкувати та прискорити процес розроблення програмного забезпечення інформаційної системи.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Проаналізуємо, як елементи концептуальної моделі [4] мультиагентних процесів перетворення ресурсів трансформуються в елементи концептуальної моделі інформаційної системи (діаграми фрейм-концепту DFD і діаграми фрейм-концепту UML) [3]. Для опису семантики переходів між різними моделями бізнес-процесів й інформаційної системи використовується діаграма стану об'єкта (стандарт IDEF5).

Розглянемо основні складові елементи концептуальної моделі предметної сфери, що трансформуються: *ресурс (Res)*, *перетворювач*, *параметр (P)*, *засоби (Mech)*, *агенти (Agent)*.

Ресурс (Res). Ресурс в інформаційній системі може бути змінною, тобто:

$$RESin_i \rightarrow VAR_i, RESout_k \rightarrow VAR_k, \quad (1)$$

де $RESin_i$ — i -й вхідний ресурс; VAR_i — i -та змінна; $RESout_k$ — вихідний ресурс — k -й вихідний ресурс.

Далі, рухаючись семантичною мережею [6], виберіть вершини зі зв'язком «Вид-Рід» і предком «Простий тип» або «Користувацький тип». У такий спосіб можна визначити потрібний тип для зберігання

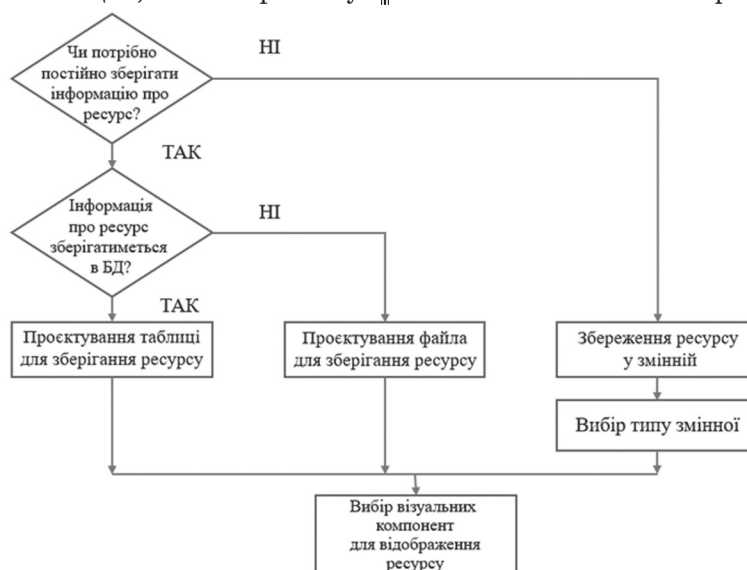


Рис. 1. Блок-схема передавання ресурсів

ресурсу. У більш складних випадках ресурсом може бути складна структура: таблиця (на рівні бази даних) і/або масив (на рівні змінних коду). Сценарій переходу ресурсів зображено на схемі (рис. 1, с. 34).

Перетворювач. Перетворювач містить процеси, джерела, приймачі та перехрестя. Перетворювач як функція перетворення вхідних ресурсів на вихідні може бути реалізований як функція (програмне забезпечення), що обробляє дані в пам'яті чи на рівні файла, або як збережена процедура (ЗП) бази даних (БД):

$$Tr_i \rightarrow Func_i, \quad Tr_i \rightarrow StoredProc_i, \quad (2)$$

де Tr_i — перетворювач; $Func_i$ — функція програмного забезпечення; $StoredProc_i$ — збережена процедура.

За необхідності потрібно забезпечити існування елементів програмного інтерфейсу (ПІ) для визначення умов ініціювання конверсії. Вхідними параметрами для функції або збереженої процедури будуть вхідні ресурси, а вихідними параметрами будуть вихідні ресурси. Отже, визначивши ресурси на першому етапі, можна встановити типи параметрів функцій або збереженої процедури. У процесі інтелектуального моделювання і розроблення програмного забезпечення маємо можливість описати алгоритм виконання операції алгоритмічною мовою або T-SQL.

Перехід від концептуальної моделі предметної сфери мультиагентних процесів перетворення ресурсів [5] до концептуальної моделі предметної сфери інформаційної системи під час роботи з перетворювачем визначається результатом переходу відповідних ресурсів. Сценарій переходу перетворювача на елементи інформаційної системи унаочнено на рис. 2.

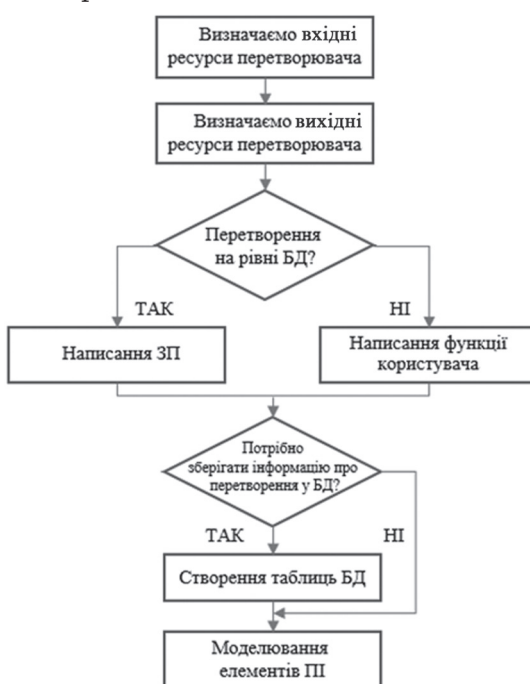


Рис. 2. Блок-схема переходів перетворювача

Засоби (Mech). Засобами виконання операцій можуть бути різні технічні пристрої, оснащені робочим місцем людини, наприклад контролери, давачі, комп'ютер, принтер, сканер. Інформація про їх характеристики, здобуті в процесі проектування, йде на технічні вимоги до розділу програмного забезпечення. У деяких ситуаціях оператора цих пристроїв також можна розглядати як засіб.

На етапі розроблення та моделювання інформаційної системи потрібно зважати на особливості процесів оброблення і передавання даних, оскільки зрештою вони впливають на характеристики основного процесу.

У разі розроблення людино-машинних програмних комплексів під час розв'язання питань захисту інформації засобам встановлюються певні ролі та права доступу до певних об'єктів і функцій інформаційної системи.

Параметри (P). Загалом це деякі демонстрації користувачеві характеристик процесу або операції. У найпростішому випадку — це компонент «індикатор прогресу», котрий унаочнює, як довго процес усе ще буде працювати. Це також може бути якесь значення, що обчислюється за формулою, наприклад якась характеристика ресурсу. Тому користувач має визначити формулу і спосіб відображення параметра (графік, текстове поле), тобто

$$P_k \rightarrow Component_k, F_k, \quad (3)$$

де P_k — k -й параметр; $Component_k$ — k -й візуальний компонент програмного інтерфейсу; F_k — k -та функція програмного забезпечення.

Розглянемо сценарій переходу параметрів (рис. 3).

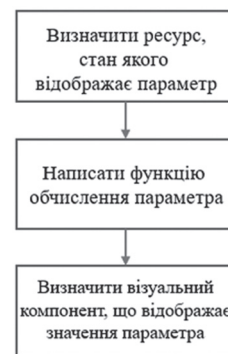


Рис. 3. Блок-схема переходу параметрів

Агенти (Agent). Агент відповідає моделі особи, що ухвалює рішення, яке має складну структуру. Під час його побудови використовують підходи штучного інтелекту (наприклад, модель може базуватися на алгоритмі або сценарії поведінки, реалізованому як експертна система; вона має в своєму складі машину логічного висновку, базу знань, правила і робочу пам'ять). Сценарій переходу агента в об'єкти інформаційної системи наведено на рис. 4.

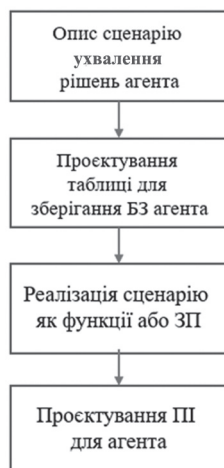


Рис. 4. Блок-схема переходу агента

З погляду інформаційної системи агент є програмною сутністю, яка за потреби має програмний інтерфейс, функції, що описують сценарій роботи агента, та таблицю для зберігання бази знань агента. Можна реалізувати сценарій на рівні бази даних у вигляді збереженої процедури.

ВИСНОВКИ

Запропоновано метод трансформації моделі організаційно-технічної системи в модель інформаційної системи, що сформована як сукупність діаграм функціонального та об'єктно-орієнтованого підходу на основі використання концептуальних моделей предметної сфери. Розглянутий метод у сфері створення інформаційних систем дає змогу аналізувати варіанти реалізації процесів в організаційно-технічних системах за допомогою імітаційного моделювання, скорочувати час на впровадження інформаційних систем завдяки автоматизації процесів переходу між етапами розроблення, а також зменшувати кінцеві витрати

під час розроблення інформаційних систем. Такий метод стане в пригоді розробникам складних інформаційних систем.

Список використаної літератури

1. Грицунов О. В. Інформаційні системи та технології: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2010. 222 с.
2. David A. Marca, Clement L. McGowan. IDEF0 and SADT: A Modeler's Guide Paperback. Publisher: OpenProcess, Inc. (December 16, 2005). 392 p.
3. Rumbaugh J., Jacobson I., Booch G. The Unified Modeling Language Reference Manual 2nd Edition. Addison-Wesley Professional; 2nd edition (July 15, 2004) English. 721 p.
4. Іващук О. Т. Економіко-математичне моделювання. Тернопіль: Економічна думка, 2008. 704 с.
5. Плєскач В. Л., Рогушина Ю. В. Агентні технології: монографія. Київ: Нац. торг.-екон. ун-т, 2005. 344 с.
6. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.
7. Системи і методи підтримки прийняття рішень / П. І. Бідюк, О. Л. Тимошук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевнюк. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 278 с.
8. Адамцев Д. Ю., Прокопенко Д. І. Підтримка прийняття рішень у системі управління виробничо-збутовим процесом // Automation and development of electronic devices, 2021. Part 2. С. 139–143.
9. Азарова А., Дьогтєва І., Шиян А. Система підтримки прийняття рішень щодо підвищення рівня інформаційної безпеки підприємства // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2022. Вип. 53. № 1. С. 12–18.
10. Wright A., Sittig D. Sequencing Infrastructure Investments under Deep Uncertainty Using Real Options Analysis. Journal of Biomedical Informatics. 2008. Vol. 41(6). P. 982–990.
11. Мельников В. В. Моделювання процесів підтримки прийняття рішень в інноваційних кластерах. Бізнес Інформ, 2016. № 2. С. 172–177.

V. Kolumbet, K. Storchak

THE METHOD OF TRANSFORMATION OF THE MODEL OF THE ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEM INTO THE MODEL OF THE INFORMATION SYSTEM

A variety of systems and decision-making processes have their own characteristics. First of all, these problems are difficult to describe algorithmically. Decisions are made according to certain scenarios, for the description of which it is advisable to use knowledge bases and expert system technologies. When automating the activities of a decision maker, software intelligent agents can be used. Therefore, for such processes, the information system should include a decision support system that will help the decision maker, based on the available information, correctly identify the problem and choose the optimal solution. It should be noted that all algorithms and behavior scenarios are subject to complete formalization. In some cases, the direct participation of the decision maker is required. Organizational and technical systems are characterized by decision-making processes that involve working with knowledge, are formalized by scenarios, and in some cases involve the coordination of decisions. The effect of informatization will be much higher if the task of automation is solved together with the task of improving business processes. At a certain stage of the analysis of the terms of reference and business processes, it is necessary to develop a conceptual model: to identify and describe the main objects and the relationships between them, in order to formalize the subject area of the organizational and technical system, which, in the future, must be transformed into a conceptual model of the information system.

The article discusses a method for transforming a model of an organizational and technical system into an information system model, which is formed as a set of diagrams of functional and object-oriented approaches based on the use of conceptual domain models. This method allows building a one-to-one correspondence between the conceptual model of the subject area of the organizational and technical system and the model of the information system.

Keywords: conceptual model; subject area; frame-concept; state diagrams; resource transformation; information system; semantic network; multi-agent systems.