

УДК 004.415:891

## UML У ПРОЕКТУВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

О. Белз

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
Проспект Свободи 18, 79008 Львів, Україна*

*Досліджено проблему моделювання економічних експертних систем засобами UML. Запропоновано підхід до доповнення мови UML стереотипами “економічний показник”, “коефіцієнт визначеності”, “коефіцієнт відносної важливості” та “ознака зворотності”.*

*Ключові слова: UML, візуальне моделювання, економічні експертні системи, нечітка логіка.*

Постановка проблеми.

Процес проектування будь-якої інформаційної системи, зокрема економічної експертної системи, складний та різноманітний. Характеристики розробленої інформаційної системи головновизначаються якістю виконання проектних робіт. Сьогодні відомі два підходи до проектування інформаційних систем: традиційний та об'єктно-орієнтований. Традиційний передбачає проектування математичного забезпечення, поза- та внутрішньмашинного забезпечення, організаційного забезпечення, алгоритмічного забезпечення, програмного забезпечення, методів організації та ведення інформаційної бази, системи класифікації та кодування відповідно до стандартів SSADM чи ГОСТ34.601-90.

У 1989 році стали відомими деякі методи об'єктно-орієнтованого проектування, в основу якого покладено візуальне моделювання – спосіб сприйняття проблем за допомогою зримих абстракцій, які відтворюють поняття та об'єкти реального світу. Протягом 90-х років з'явилося чимало методик об'єктно-орієнтованого проектування, на основі яких було створено мову UML (Unified Modeling Language) – уніфікована мова моделювання [4]. У 1997 році мова UML стала стандартом об'єктно-орієнтованого моделювання. Розробники мови UML – Граді Буч (Grady Booch), Джеймс Румбах (Jim Rumbaugh) та Айвар Якобсон (Ivar Jacobson). Мова UML дає змогу учасникам процесу створення програмного забезпечення будувати моделі для візуалізації системи, визначення її структури та поведінки, збирання системи та документування рішень, які були прийняті в процесі розробки інформаційної системи. Деякі аспекти мови UML спрямовані на налагодження зв'язку між користувачами та розробниками програмного продукту; інші – на спілкування між проектувальниками системи та розробниками баз даних; ще інші – на зв'язок між розробниками, які створюють різні частини системи. Маючи набір добре визначених діаграм та точно визначені пояснення до них, UML дає змогу всім членам команди в будь-який момент усвідомлювати, що відбувається в системі, та зводить до мінімуму ризик неправильного розуміння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поряд з перевагами мови UML у процесі проектування економічних експертних систем її засобами виникають деякі труднощі. Вони зумовлені, насамперед, особливостями архітектури економічних експертних систем та вимогами, яким повинна відповідати економічна експертна система [5]. Зокрема, типова економічна експертна система містить базу знань, яка описує правила маніпулювання даними. Такі правила можуть мати логічні функції “І”, “АБО”, “НЕ”. Крім того, економічна експертна система описує математичні залежності між даними, які містять відомості про об'єкти предметної області, їхні властивості та стани. Задачі, які розв'язує експертна система, є слабоформалізованими. Тому система повинна мати здатність пояснити хід своїх міркувань та оцінити міру довіри до одержаних результатів. Дані функції покладені на пояснювальну компоненту.

Засобами мови UML логічні та математичні залежності можна відображати такими конструкціями, як “обмеження”, “дії” та “операції” [2–4]. Проте розробниками UML не передбачено жодного інструменту, засобами якого була би можливість проектувати пояснювальну компоненту експертної системи.

Формулювання цілей статті.

Метою цієї роботи є доповнення мови UML конструкціями, які б дали змогу моделювати процес функціонування економічних експертних систем. Також є чимало інструментів, які на підставі моделі інформаційної системи, що створена засобами UML, автоматично генерують відповідний програмний код. З огляду на це ми поставили ще одне завдання – вдосконалити мову UML з метою покращення процесу автоматичного конструювання програмних продуктів на підставі проекту інформаційних систем.

Виклад основного матеріалу дослідження. У випадку моделювання деталей обчислювальних процесів мова UML пропонує використовувати конструкції “вид діяльності” та “дії”. Вид діяльності – це набір дій, які регулярно виконує об'єкт. Дія – це вираз, що виконується та приводить до зміни одного чи декількох атрибутів об'єкта або до повернення певного значення об'єкта, який надіслав повідомлення. Дію сприймають як вид

діяльності, який неможливо поділити на складові. Ці конструкції використовують на логічному рівні для опису динаміки інформаційної системи. На підставі дій створюють відповідні операції класів. На рівні реалізації операції класу перетворюють у компоненти, на підставі яких генерують програмний код.

Методика опису операцій мовою UML, зазвичай, передбачає формування математичних залежностей між атрибутами одного або декількох класів. Проте є випадки, коли потрібно одночасно використовувати атрибути декількох об'єктів одного чи різних класів. Для покращення взаєморозуміння між користувачами інформаційної системи, її проектувальниками та розробниками баз даних рекомендуємо під час опису операцій використовувати структурований запис економічної інформації у вигляді економічних показників, розширивши мову UML стереотипом “економічний показник” (“economic index” – <<EI>>).

Економічний показник

$$Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^i \quad (i = \overline{1; k})$$

формує один реквізит-основа  $Q^i$  (реквізит, що описує кількісну характеристику об'єкта, явища чи процесу) та один чи декілька реквізитів-ознак  $p_1, p_2, \dots, p_{n_i}$  (реквізити, що визначають якісну характеристику об'єкта, явища чи процесу). Залежності між показниками оформляють як математичні функції чи операції:

$$Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^j = f_j \left( Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^1, Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^2, \dots, Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^k \right) \quad (j = \overline{k+1; s}),$$

де  $Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^i$  – вхідний  $i$ -й показник,  $Q_{p_1 p_2 \dots p_{n_i}}^j$  – результатний  $j$ -й показник.

Між атрибутами класів та реквізитами, що формують показник, рекомендуємо налагодити зв'язок (див. рис.1).

Пропонований опис операцій за допомогою конструкції “економічний показник” дасть змогу автоматично будувати граф взаємозв'язку показників. Це, по-перше, полегшить розуміння алгоритму системи та, по-друге, процедуру формування структури й алгоритму розрахунку результатних відомостей чи повідомлень методом “начинки” їх потрібними показниками.

Під час проектування пояснювальної компоненти експертних систем потрібно брати до уваги, що реальна інформація, яку одержують від експерта, здебільшого, є неповною, наближеною та невизначеною. Тому пояснювальна компонента повинна застосовувати методи, які дають змогу зробити висновок на підставі ненадійної інформації та пояснити дії системи. Щоб брати до уваги таку особливість експертних систем, рекомендуємо використовувати апарат нечіткої логіки. Для опису правил маніпулювання даними, які містять логічні функції, пропонуємо використовувати підхід, що описаний у [6], а для опису математичних залежностей між даними – підхід, що запропонований у [1].

Такі підходи до використання нечіткої логіки у процесі побудови експертних систем передбачають, що для розрахунку коефіцієнта визначеності заключення як для математичних, так і для логічних залежностей потрібно використовувати коефіцієнт визначеності вхідних чинників (умови) та коефіцієнт визначеності правила. Для логічних правил, які можна подавати за допомогою конструкції “дії”, що сполучені “обмеженнями” типу “І”, “АБО” та “НЕ”, додатково потрібно задавати ознаку зворотності правила (правила є зворотними, якщо вони зберігають сенс, коли і умова, і заключення заперечуються), а для математичних залежностей – коефіцієнти відносної важливості вхідних показників, які формують математичну залежність. Зважаючи на це мову UML рекомендуємо доповнити стереотипами “коефіцієнт визначеності умови” (“definiteness rate of condition” – <<DRC>>), “коефіцієнт визначеності правила” (“definiteness rate of rule” – <<DRR>>), “коефіцієнт відносної важливості” (“relative importance rate” – <<RIR>>) та “ознака зворотності” (“inverse type” – <<IT>>), створивши абстрактний клас “економічний показник” (“economic index” – <<EI>>) (див. рис.1).

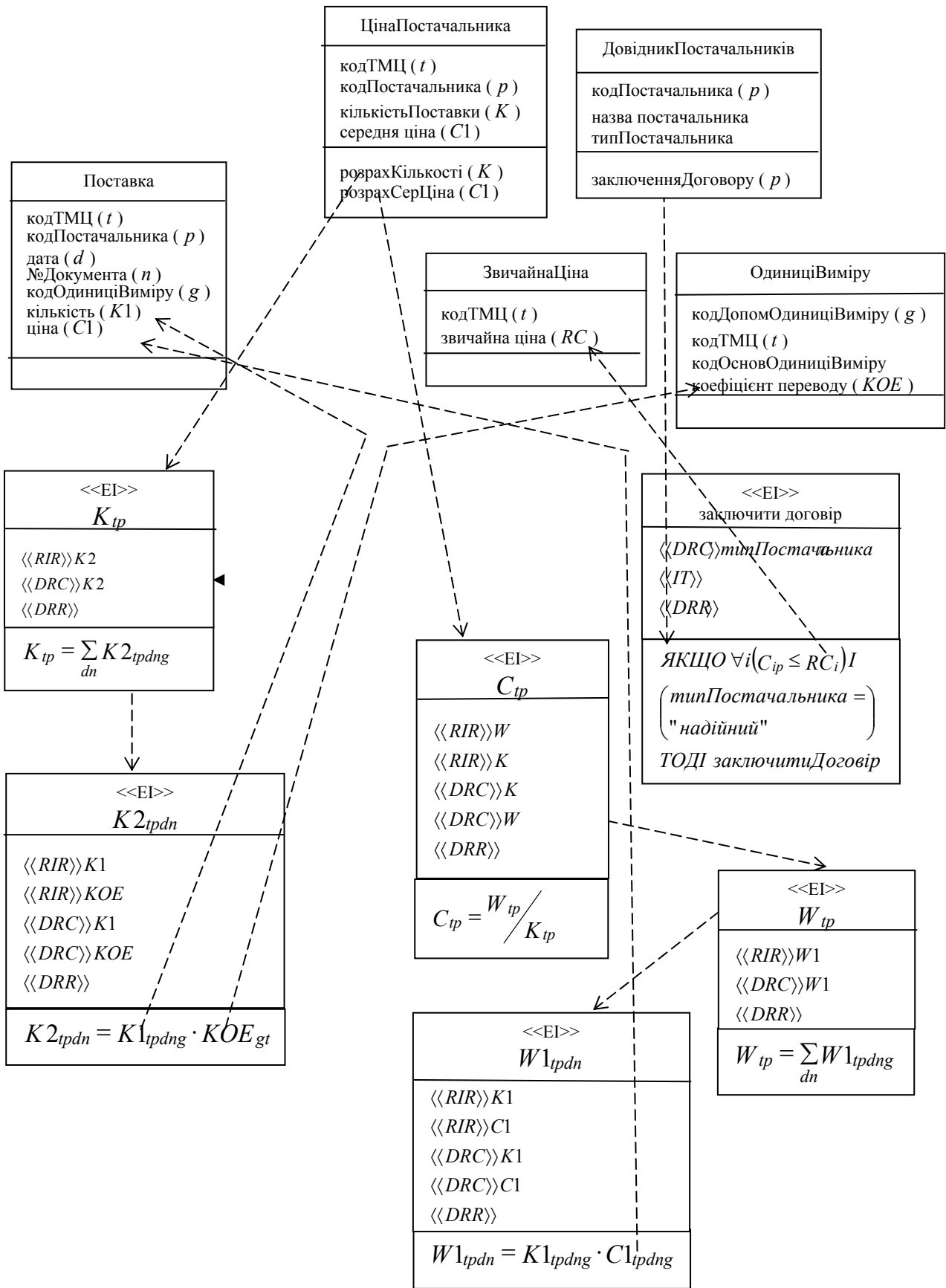


Рис. 1. Фрагмент структури економічної експертної системи "Маркетинг"

Висновки та перспективи досліджень. Запропонований підхід дасть змогу моделювати засобами UML інформаційні системи, в основі яких лежать слабоформалізовані знання.

1. Белз О. Прогнозування величини ризику інвестиційного проекту // Вісн. Терноп. акад. нар. госп-ва. – 2000. – Вип. 10. – С. 118–123.
6. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS. 2-е изд. / Пер. с англ.; Под общ. ред. проф. С. Орлова. – СПб.: Питер, 2006. – 736 с.
7. Кендалл С., Унифицированный процесс. Основные концепции / Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 160 с.
8. Кендалл С. UML. Основные концепции / Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 144 с.
9. Люггер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем – 4-е изд. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. – 864 с.
10. Марселлус Д. Программирование экспертных систем на Турбо Прологе / Пер. с англ. / Предисл. С.В. Трубицына.– М.: Финансы и статистика. – 1994. – 256с.

## UML DURING DESIGNING OF ECONOMIC EXPERT SYSTEMS

**O. Belz**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Prospekt Svobody 18, UA – 79008, Lviv, Ukraine*

The article researches problem of simulation of economic expert systems by UML. The author suggests supplementing language UML by stereotype of “economic index”, “definiteness rate”, “relative importance rate” and “inverse type”.

Key words: UML, visual simulation, economic expert systems, fuzzy logic