

глобальною ефективністю продажів ми розуміємо сумарну ефективність, тобто підвищення загальної виручки від реалізації всієї продукції за певний період часу, хоча, як відомо, по окремих видах товарів ефективність може бути знижена, за рахунок збільшення асортименту товару, що більш продається), за рахунок оптимального розміщення продукції, що реалізовується, на ефективних торговельних площах, виявлення продукції, що малореалізовується (неефективною), як наслідок, зменшення їх частки в закупівлі, зниження витрат пов'язаних з їх зберіганням. Наступним кроком у дослідженні буде розробка та впровадження автоматизованої системи для реалізації запропонованої математичної моделі.

Література

1. *Малыхин В. И.* Математическое моделирование экономики: Учебно-методическое пособие. — М.: Из-во УРАО, 1998. — 160 с.
2. *Лавренюк С. П.* Математичні основи мікроекономіки. Теорія споживання: Текст лекцій. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. — 80 с.
3. *Интрилигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Прогресс, 1975. — 246 с.
4. *Ляшенко Т. В.* Побудова математичної моделі розміщення товару у точках роздрібної торгівлі // Інформаційні системи в економіці. — Збірник наукових праць. — К.: Видавництво ПП «ЕКМО». — № 3. — 2011. — С. 47—51.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2011 р.

УДК: 004.457

В. М. Гужва, канд. екон. наук, доцент,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРАВИЛ ТА БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто основи агентно-орієнтованого підходу до моделювання бізнес-правил і бізнес-процесів на підприємствах та створення відповідних інформаційних систем управління.

© В. М. Гужва, 2011

КЛЮЧОВІ СЛОВА. *Моделювання, агент, агентно-орієнтований підхід, бізнес-правило, бізнес-процес, інформаційна система, об'єкт, дія, подія, дозвіл, заборона, повноваження.*

АННОТАЦІЯ. *В статье рассматриваются основы агентно-ориентированного подхода к моделированию бизнес-правил и бизнес-процессов на предприятиях и создания соответствующих информационных систем управления.*

ABSTRACT. *The article covers the basics of agent-oriented approach to modeling business rules and business processes in enterprises and creation of appropriate management information systems.*

Вступ

Агентна орієнтація є новою парадигмою як для моделювання, так і для розробки програмного забезпечення та проектування інформаційних систем. В її рамках пропонується ряд високорівневих абстракцій, які полегшують концептуальну і технічну інтеграцію зв'язків та взаємодій зі встановленою технологією інформаційних систем. Агентний підхід є надзвичайно важливим і для побудови інформаційних систем у бізнесі, так як у цьому випадку бізнес-процеси управляються за допомогою агентів (або акторів) і враховується фізична та соціальна динаміка індивідів та установ, що взаємодіють.

Як відомо, сучасна технологія створення інформаційних систем на підприємствах головним чином базується на таких поняттях, як *управління даними* та *поток даних*, і досить успішно реалізується на основі об'єктно-орієнтованого програмування. При агентній орієнтації основний наголос робиться на фундаментальну роль агентів, а також на їхній ментальний стан, зв'язки та взаємодії при аналізі і проектуванні організацій і організаційних інформаційних систем. Саме в такому контексті слід розуміти розгляд відповідних бізнес-правил та бізнес-процесів. Оскільки такі правила визначають і обмежують взаємодії між бізнес-агентами, вони повинні мати відношення до компонентів стану ментальності агентів, таких як знання/інформація, та до їх обов'язків в організації.

Мета роботи — показати, що агентно-орієнтований підхід, який базується на метамоделі відношень «агент—об'єкт», дозволяє реалізовувати більш гнучку та динамічну семантику моделювання діяльності підприємств у порівнянні з об'єктно-

орієнтованими підходами до моделювання, такими, як, наприклад, UML.

Бізнес-правила та бізнес-процеси. Бізнес-правила — це вирази, які відображають бізнес-політику, як, наприклад, визначення бізнес-термінів, визначення і призначення повноважень (прав та обов'язків) та визначення або обмеження дії підприємства в декларативній формі [17]. По суті, бізнес-правила дозволяють експертам користувача конкретизувати політику в малих, автономних одиницях, використовуючи для цього чітко сформульовані вирази або положення. Термін *бізнес-правило* може розглядатися як на рівні бізнес-домену, так і на оперативному рівні інформаційної системи. Більш фундаментальним є поняття бізнес-правил на рівні бізнес-домену. У конкретних випадках вони можуть бути автоматизовані шляхом реалізації в інформаційній системі, найчастіше у формі специфікацій, що виконуються. Метою технології удосконалення інформаційних систем повинно бути забезпечення більшої підтримки для бізнес-правил у формі високо-рівневих машинних декларативних специфікацій, таких, як *SQL-твердження* та *тригери*.

1) **Бізнес-правила на бізнес-рівні.** На бізнес-рівні бізнес-правило визначається як [7]: а) заява (висловлення) про те, як повинна робитися справа, тобто, про керівні принципи і обмеження щодо станів і процесів в організації; б) нормативи чи положення, які визначають поведінку або дії акторів, що мають відношення до діяльності організації; в) декларація політики або умови, які повинні бути задоволені.

Бізнес-правила можуть визначатися як на основі зовнішніх нормативних правил або законів, так і на основі досягнення цілей конкретного бізнесу, що розглядається. Бізнес-правило базується на *бізнес-політиці*. Прикладом бізнес-політики в компанії, яка надає автомобілі в оренду, може слугувати наступне: «тільки «чисті» в юридичному відношенні автомобілі можуть бути надані клієнтам в оренду» [10]. Бізнес-правила — це декларативні вирази: вони описують те, що *необхідно* зробити або що *необхідно* підтримати, але не те, як це зробити.

Пропонується наступне визначення бізнес-правил на основі робіт [8, 10]: *Бізнес-правила — це положення, які виражають (можливо частково) бізнес-політику, наприклад, визначення бізнес-термінів, визначення призначення повноважень (влади, прав і обов'язків), а також визначення або обмеження дій підприємств*

ва, в декларативній формі (без опису кожної деталі їхнього здійснення).

Відповідно до класифікації, наведеної у роботах [10] та [13], бізнес-правила можуть поділятися на «структурні твердження» (або «правила термінів» та «фактичні правила»), «правила дій» та «правила походження». У роботі [8] виділено такі бізнес-правила: «правила обмежень», «правила «дія-подія»» та «правила походження»; автор роботи [17] групує правила в два основні класи: «правила обмежень» та «правила походження» (при цьому слід зазначити, що в рамках останньої класифікації «правила стимулювання відповіді (реакції)» віднесені до класу «правила обмежень»). У роботі [16] визначено такі дві групи правил: «правила цілісності» (які в подальшому діляться на статичні та динамічні обмеження цілісності) та «правила автоматизації».

У роботі [10] запропоновано додатковий клас бізнес-правил — *уповноваження (або авторизації)*. Уповноваження представляють специфічний тип *призначень повноважень*. Синонімами для уповноважень є *права та дозволи*. Вони визначають привілеї агента (або типів агентів) щодо конкретних дій (або типів дій). Крім цього, будуть також розглянуті *обов'язки*.

Підсумовуючи викладене, можна сказати, що в літературі ідентифіковано три основні типи бізнес-правил: «правила обмеження цілісності» (також називаються «правилами обмежень» або «правилами цілісності»), «правила походження» та «правила реакції» (також мають інші назви: «правила стимулювання відповіді», «правила дій», «правила «подія-дія», або «правила автоматизації»). Четвертий тип, *призначення повноважень*, був тільки частково ідентифікований (у плані пропозиції розглядати «уповноваження» як бізнес-правила).

Обмеження цілісності — це твердження, яке повинне бути задоволеним у всіх станах, що розвиваються, й історіях змін стану підприємства, яке розглядається як дискретна динамічна система. Існують обмеження станів та обмеження процесів. Обмеження станів повинні утримуватися в будь-який момент у часі. Прикладом обмеження стану може бути: «клієнту компанії з оренди автомобілів EU-Rent повинно бути щонайменше 25 років». Обмеження процесів стосуються динамічної цілісності системи; вони обмежують допустимі переходи від одного стану системи до іншого.

Обмеження процесу може, наприклад, декларувати, що допустимі зміни стану об'єкта RentalOrder (замовлення на оренду автомобіля) визначаються наступним перехідним шляхом: *зарезервоване* → *розподілене* → *здійснюване* → *виконане*.

Правило походження є вираження знань, які отримується з інших знань шляхом висновку або в результаті математичних обчислень. Правила походження передбачають наявність термінологічних та евристичних знань проблемної області, які не потрібно зберігати в явній формі, оскільки вони можуть бути отримані з існуючої або іншої отриманої інформації шляхом відповіді на запит. Прикладом правила походження є: «величина орендної плати при оренді автомобіля визначається на основі значення орендної плати для групи автомобілів, до якої належить конкретний автомобіль».

Правила реакції стосуються виклику дій у відповідь на події. Вони виражають умови, при яких дії повинні мати місце; до них належать умови запуску подій, передумови та післяумови (ефекти). Прикладом правила реакції з області оренди автомобілів є: «отримуючи від клієнта прохання зарезервувати автомобіль деякої конкретної автомобільної групи, менеджер відділення зв'язується зі штаб-квартирою компанії для того, щоб переконатися, що клієнт не є в чорному списку».

Призначення повноважень щодо влади, прав та обов'язків для внутрішніх агентів (типів агентів) визначають структуру повноважень в організації, які визначають та обмежують дії внутрішніх агентів. Прикладом виразу присвоєння повноважень є: «тільки менеджер відділення має право надавати спеціальні знижки клієнтам».

Умови запуску подій у визначеннях правил реакції, подані в роботах [8, 10, 13], явно або неявно пов'язані з поновленням подій у базах даних. Залежно від деякої умови в стані бази даних, вони можуть привести до дії оновлення та до виклику системно специфічних процедур. У рамках агентно-орієнтованого підходу правила реакції визначають поведінку агента у відповідь на події в оточенні (помічені агентом) та на комунікаційні події (створені комунікаційними діями інших агентів).

2) **Бізнес-правила на рівні інформаційної системи.** У конкретних випадках бізнес-правила, виражені на бізнес-рівні, можуть бути автоматизовані за допомогою перенесення їх в робочу програму на рівні інформаційної системи (табл. 1).

**ВДОБРАЖЕННЯ БІЗНЕС-ПРАВИЛ ВІД БІЗНЕС-РІВНЯ
ДО РІВНЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ
ДОСТУПНИХ В ДАНИЙ МОМЕНТ ТЕХНОЛОГІЙ**

Поняття	Імплементація
Правила обмеження	Оператори if-then у мовах програмування; вирази DOMAIN , CHECK та CONSTRAINT у визначеннях SQL-таблиць; вирази CREATE ASSERTION у визначеннях схеми бази даних SQL
Правила походження	Дедуктивні правила бази даних (або Prolog); SQL-вирази CREATE VIEW
Правила реакції	Оператори if-then у мовах програмування; вирази CREATE TRIGGER в SQL; правила продукцій в експертних системах;
Правила дозволу	Права доступу на основі ролей
Правила заборони	—
Призначення обов'язків	—
Інституціональна влада (повноваження)	—

Однак таке перетворення не реалізується за принципом «один до одного», оскільки як мови програмування, так і системи управління базами даних пропонують тільки обмежену підтримку для цього. У той час, як загальні мови програмування не підтримують будь-які із трьох типів виразів (за винятком об'єктно-орієнтованої мови Eiffel, яка підтримує обмеження цілісності у формі «інваріантів» для об'єктних класів), SQL має деяку вбудовану підтримку для обмежень, правил походження (види), і обмежених форм правил реакції (тригери).

Бізнес-процеси. Бізнес-правила визначають і контролюють *бізнес-процеси*. Широко прийняте визначення бізнес-процесу є таким [4]: «*Бізнес-процес може бути визначений як набір видів діяльності, який бере один або більші видів входу, і створює вихід, який є значущим для клієнта*». У роботі [5] таке визначення перифразується наступним чином: «*Бізнес процес є просто структурний набір видів діяльності, розроблений для того, щоб виробити конкретизований вихід для специфічного клієнта або ринку*». Бізнес-процес описує від початку до кінця послідовність подій, які необхідні для того, щоб виробити продукцію або по-

служу [17]. Бізнес-процеси звичайно охоплюють кілька різних функціональних одиниць організації. Часто бізнес-процеси також виходять за організаційні кордони.

У даному випадку пропонується більш загальний погляд, а саме: розглядати бізнес-процес як спеціальний вид *процесу соціальної взаємодії*. На відміну від фізичних або хімічних процесів, процеси соціальної взаємодії базуються на комунікативних діях, які можуть створювати зобов'язання і керуються нормами. При цьому слід відрізнити тип процесу взаємодії від конкретного процесу взаємодії (тобто від його зразка), оскільки в літературі термін «бізнес-процес» неоднозначно використовується як на рівні типу, так і на рівні зразка.

З урахуванням робіт [5, 18], наведемо дещо розширене визначення: *бізнес-процес* — це процес соціальних взаємодій в і'мя виконання справи. У відповідності з [17] процес соціальних взаємодій — це тимчасово зформований, когерентний набір подій і дій, включаючи одну або більше комунікативних дій, які помічаються і виконуються агентами, і слідує у відповідності з набором правил (або у відповідності з протоколом), які керується нормами і які конкретизують тип процесу взаємодії. Слід зазначити, що *види діяльності* не вибираються як основні елементи процесу. В той час, як дія трапляється в конкретній точці часу (тобто вона є невідкладною), діяльність виконується протягом інтервалу часу (тобто вона має тривалість), і складається з набору дій.

Далі пропонується моделювати як бізнес-правила, так і бізнес-процеси на основі метамоделі *відношень «агент—об'єкт»*.

Принципи моделювання відношень «агент—об'єкт». Діаграми відношень «агент—об'єкт» (АОВ) були запропоновані в роботі [17] як агенто-орієнтоване розширення діаграм «сутність-відношення» або діаграм класів в UML. Для того, щоб більше охопити семантику динамічних аспектів та аспектів повноважень організацій і організаційних інформаційних систем, таких, як, наприклад, події і дії, пов'язані з існуючими бізнес-процесами підприємства, пропонується установити онтологічну відмінність між активними і пасивними компонентами, тобто, між *агентами* та *звичайними об'єктами*. АОВ-моделювання передбачає, що семантика бізнес-транзакцій може бути більш охопленою, якщо специфічні *бізнес-агенти*, які поєднуються з включеними подіями і діями, будуть чітко представлені в організаційних інформаційних системах на додаток до пасивних *бізнес-об'єктів*.

У рамках АОВ-моделювання сутність може бути *агентом, подією, дією, вимогою, зобов'язанням* або *звичайним об'єктом*. Органі-

зачія розглядається як комплексний *інституціональний агент*, що визначає права і обов'язки внутрішніх агентів, які діють у його інтересах та включаються у ряд взаємодій із зовнішніми агентами. *Внутрішні агенти* можуть бути людиною, штучними агентами (наприклад, програмні агенти, інформаційні системи на основі агентів, роботи або вбудовані системи на основі агентів), або *інституціональними агентами* (наприклад, організаційні одиниці).

Традиційно при проектуванні інформаційних систем типи суб'єктів (суттєвостей) візуально представляються прямокутниками, в той час, як типи відношень — лініями зв'язку (можливо із закінченнями у вигляді «воронячих лап» для того, щоб вказати на складність) [1—3]. Пропонується *об'єктний тип* графічно представляти у вигляді звичайного прямокутника, а *агентний тип* — як прямокутник із закругленими кутами. Внутрішній тип агента буде візуально подаватися як прямокутник пунктирною лінією, який знаходиться всередині прямокутника інституціонального агента, до якого такий внутрішній агент належить.

1) *Дії та події*. У бізнес-домени є різні типи дій, які виконуються агентами, та різні типи змін станів, що відбуваються в оточенні агентів. Для зовнішнього спостерігача як дії, так і зміни стану середовища складають події. З точки зору внутрішнього агента, який діє в бізнес-домени, тільки дії інших агентів слід розглядати як події.

Дії створюють події, але не всі події створюються діями. Ті події, які створюються діями (наприклад, доставка продукції клієнту), зветься *подіями дій*. Прикладами бізнес-подій, які не створюються діями, є падіння рівня ціни акцій нижче конкретного рівня, тайм-аут в аукціоні тощо.

Слід відрізнити *комунікативні* та *некомунікативні* дії і події. Більшість типових бізнес-подій, таких, як, наприклад, отримання замовлення на поставку або квоти на збут, є комунікативними подіями. Бізнес-зв'язок може розглядатися як асинхронна двоточкова передача повідомлень. Вислови *отримання повідомлення* та *посилка повідомлення* можна вважати синонімами *сприйняття комунікативної події* та *виконання комунікативної дії*.

У протилежність поняттю повідомлень низького рівня (яке скоріше є технічним) в об'єктно-орієнтованому програмуванні, АОВ-моделювання передбачає високорівневу семантику повідомлень на мові зв'язку агентів (МЗА), що базується на діалогових діях (розмовах) [9, 11].

2) *Зобов'язання і вимоги*. Зобов'язання є основними компонентами процесів бізнес-взаємодій, тобто «бізнес-семантика кожної

комерційної транзакції визначається в термінах бізнес-об'єктів, які знаходяться під впливом, та *зобов'язання(нь)*, сформованно-го(них) або погодженого(них)».

Представлення і обробка зобов'язань та вимог в інформаційних системах чітко допомагає досягнути когерентної поведінки агентів у процесах взаємодій. У роботі [14] наголос робиться на соціальний вимір когерентної поведінки, і із зобов'язаннями поводяться як з трьохсторонніми відношеннями між двома агентами та «контексною групою», до якої вони обидва належать. Для простоти будемо розглядати зобов'язання як двохсторонні відношення між двома агентами.

Зобов'язання щодо виконання конкретних дій або щодо дотримання за конкретними умовами звичайно виникають у результаті конкретних комунікативних дій. Наприклад, відсилання квоти збуту кліенту зобов'язує продавця зарезервувати відповідну кількість квотованого товару на деякий час. Також підтвердження торгового замовлення має на увазі утворення зобов'язання щодо доставки замовлених товарів на або до погодженої дати.

Деякі з цих понять моделювання є *індексованими*, тобто вони залежать від перспективи, яка вибирається: з точки зору окремого агента дії інших агентів розглядаються як *події*, а зобов'язання інших агентів — як *вимоги* до них. Із внутрішньої перспективи агента зобов'язання відноситься до специфічної дії, яка виконується у свій час, в той час як вимога відноситься до специфічної події, яка створюється дією іншого агента і повинна відбутися своєчасно.

3) *Внутрішні АОВ-моделі*. У внутрішній АОВ-моделі розглядається внутрішнє представлення специфічного агента/системи, що повинні моделюватися. З точки зору першої особи, «світ (оточення)» (тобто прикладна область) складається з різних типів:

- 1) інших *агентів*;
- 2) комунікативних і некомунікативних *дій*;
- 3) *зобов'язань* по відношенню до інших агентів щодо виконання конкретних дій;
- 4) *подій* (у формі повідомлень, що надходять);
- 5) *вимог* до інших агентів на предмет того, що конкретна подія повинна статися в результаті їх дій;
- 6) звичайних *об'єктів*;
- 7) різних *визначених відношень*, як наприклад, *SentTo* і *isPerceivedBy*;
- 8) звичайних *асоціацій*.

Внутрішня АОВ-модель відображає «світ» так, як він може бути представлений у ментальному стані конкретного агента. Якщо конкретним агентом є інституціональний агент (наприклад, організація), то саме його внутрішня АОВ-модель представляє вигляд «світу» і може використовуватися для розробки інформаційної системи.

З точки зору інституціонального агента зовнішні агенти відрізняються від внутрішніх. Так, у внутрішній АОВ-діаграмі для інституціонального агента внутрішні агенти (і/або типи агентів) інституціонального агента, який моделюється, можуть з'явитися на верхньому рівні (подібно внутрішньому типу агента **SalesDepartment** на рис. 1). Крім того, внутрішні агенти (і/або типи агентів) інших агентів (або типів агентів) можуть також моделюватися і бути візуально представлені у вигляді прямокутників із пунктирних ліній із закругленими кутами всередині прямокутника, який представляє їхнього суперагента (тип) (подібно **Salesperson** в **SalesDepartment** на рис. 1). Усі внутрішні агенти внутрішніх агентів є також внутрішніми агентами.

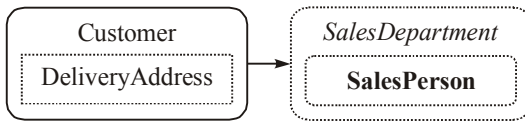


Рис. 1. Графічне представлення зовнішніх та внутрішніх агентів

З точки зору підприємства, **Customer** — це зовнішній тип агента, в той час як **SalesDepartment** є внутрішнім агентом. Адреса доставки може моделюватися як компонента **Customer**. **SalesPerson** є внутрішнім типом агента **SalesDepartment**. Кожний **SalesPerson** має конкретний ряд пов'язаних клієнтів.

Типи можливих дій та подій, а також типи зобов'язань та вимог графічно представлені на рис. 2, який відображає *фрейм взаємодії* із зовнішнім типом агента **Customer**. Тип дії (наприклад, **provideCar** на рис. 2) візуально подається у вигляді прямокутни-

ка зі стороною у вигляді стріли, що виходить, в той час як тип події (наприклад, **payInvoice** на рис. 2) візуально подається прямокутником зі стороною у вигляді стріли, що входить. Типи зобов'язань та вимог (наприклад, тип зобов'язання **provideCar** та тип вимоги **payInvoice** на рис. 2) завжди з'єднуються з відповідними їм типами дій та подій.

Фрейм внутрішньої взаємодії складається з цих типів дій і подій, а також із типів зобов'язань та вимог, які утворюють основу процесів взаємодії з зовнішнім типом агента. На відміну від діаграми послідовності в UML, така діаграма не моделює ніякого багатостадійного процесу, але забезпечує статичну картину можливих взаємодій, включаючи типи зобов'язань та типи вимог.

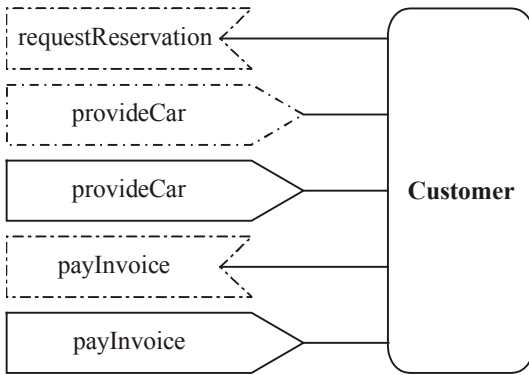


Рис. 2. Діаграма фрейму внутрішньої взаємодії

Фрейм взаємодії між конкретним агентом та агентом типу **Customer** складається з типу комукативної події **request-Reservation** (або повідомлення, що надходить), типу зобов'язання **provideCar**, яке пов'язане з відповідним типом дії, і типу вимоги **payInvoice**, яка пов'язана з відповідним типом події.

Призначення повноважень як спеціальний тип бізнес-правил. Пропонується формалізувати такі бізнес-правила, як правила обмеження цілісності, правила походження, правила реакції або правила призначення повноважень на семантичній основі агентів «знання—сприйняття—запам'ятовування—зобов'язання» (ЗСЗЗ). Поняття ЗСЗЗ-агентів є розширенням моделі агентів на основі «знання—сприйняття» (ЗС), запропонованої в роботах [15—16].

ЗСЗЗ-агент буде складатися з п'яти компонентів: бази знань-БЗ, черги подій-ЧП (представлення стану сприйняття), бази пам'яті-БП (реєстрація минулих подій і дій), бази зобов'язань/вимог — БЗВ та набору правил реакції-ПР (кодування поведінки агента). Схема ЗСЗЗ-агента компонується системою знань, мовою зв'язку агентів (МЗА), мовою дій та мовою подій в оточенні. Обмеження цілісності та правила походження виражаються на базі системи знань (як запити та вхідні мови). Для вираження правил реакції потрібні, окрім запитів і вхідних мов системи знання, мови для вираження подій і дій.

Розгляд обмежемо призначеннями повноважень, які будуть візуально подаватися у внутрішніх АОВ-діаграмах.

1) *Правила дозволу та заборони.* Правило про те, які агенти, визначені як агенти типу A , мають право (або їм дозволяється) виконувати дії деякого неповноважного типу α від імені установи, якої це стосується, має наступну форму:

«Кожний агент i типу A має право виконувати дії типу α ».

Символічно це може бути виражено наступним чином:

$$\forall i \in A: \mathbf{Right}(i, \alpha), \quad (1)$$

або в формі чіткого правила:

$$IF A(i) THEN \mathbf{Right}(i, \alpha). \quad (2)$$

Якщо ж α є типом повноважної дії, що впливає на будь-які зобов'язання або призначення повноважень установи, якої це стосується, то слід говорити про інституціональне уповноваження (а не про право) агента щодо виконання дій такого типу.

Правило про те, яким агентам заборонено (або не дозволено) виконувати дії деякого типу α (в ім'я установи, яка це стосується), має наступну форму:

«Кожному агенту i типу A заборонено виконувати дії типу α ».

Або в символічній формі:

$$\forall i \in A: \mathbf{Proh}(i, \alpha). \quad (3)$$

Прикладами правил дозволу та заборони в компанії, що здає автомобілі в оренду, можуть бути:

1) водію дозволяється відправляти автомобілі на станцію технічного обслуговування;

2) офісним службовцям (клеркам) заборонено відправляти автомобілі на станцію технічного обслуговування.

При АОВ-моделюванні такі призначення повноважень візуально подаються в рамках діаграми внутрішнього агента за допомогою спеціальних з'єднувачів між агентом і типами дій, зображених пунктирною лінією і з кулею в прямокутнику типу агента (рис. 3).

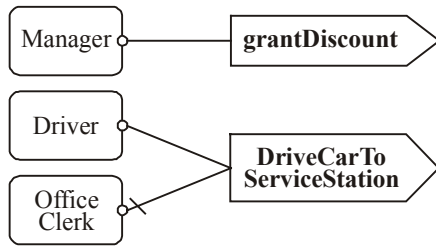


Рис. 3 Діаграма представлення правил повноважень

Тільки агенту **Manager** дозволяється надавати знижки клієнтам. Агенту **Driver** дозволяється відвозити автомобілі на станцію технічного обслуговування, в той час, як агенту **OfficeClerk** забороняється це робити. Для агента **Manager**, і можливо для деяких інших агентів також, однозначно ні дозволяється, ні забороняється відвозити автомобілі на сервісну станцію.

Слід відзначити, що існує можливість *нормативного підвизначення*: в специфічній АОВ-моделі не повинно бути випадку, коли для кожного внутрішнього агента i і для кожного типу дії α агенту i дозволяється або забороняється виконувати дію типу α . Символічно це можна подати так:

$$\neg \forall i \forall \alpha (\mathbf{Right}(i, \alpha) \vee (\mathbf{Proh}(i, \alpha)), \quad (4)$$

або еквівалентно

$$\exists i \exists \alpha (\neg \mathbf{Right}(i, \alpha) \wedge \neg \mathbf{Proh}(i, \alpha)). \quad (5)$$

Такий тип несумісностей може існувати у великих організаціях.

Є специфічна форма правила дозволу, яке спонукає нормативну повноту: коли конкретизовано, що:

«Тільки агент типу A має право виконувати дію типу α ».
або символічно

$$X\text{Right}(A, \alpha), \quad (6)$$

а це по суті означає, що всі іншим агентам заборонено виконувати дії цього типу:

$$X\text{Right}(A, \alpha) \Rightarrow \forall i: i \notin A \supset \text{Proh}(i, \alpha). \quad (7)$$

Так, у прикладі на рис. 3 *виняткове обмеження дозволу*, виражене з допомогою $\{\text{only}\}$, має на увазі, що службовцю офісу (клерку) заборонено надавати будь-яку знижку клієнту (хоч це явно не указано).

2) *Правила призначення обов'язків*. У рамках АОВ-модельовання під обов'язком внутрішнього агента слід розуміти:

1) конкретні зобов'язання, які необхідно здійснити, або

2) конкретні події, на які необхідно реагувати, або

3) конкретні вимоги, дотримання яких необхідно контролювати на користь установи, до якої внутрішній агент належить.

Правила призначення обов'язків мають наступну форму:

«Агенти типу A мають обов'язок виконувати зобов'язання (або реагувати на події чи контролювати дотримання вимог) конкретного типу».

Обов'язок здійснення зобов'язань щодо виконання дій типу α , наприклад, можна представити так:

$$\forall i \in A: \text{DfC}(i, \alpha). \quad (8)$$

Таке призначення обов'язку має на увазі *отримане право*: кожного разу, коли агент має обов'язок стосовно здійснення конкретних зобов'язань, він також має безумовне право здійснити відповідні дії. Це може бути виражене в формі причетності:

$$\text{DfC}(i, \alpha) \supset \text{Right}(i, \alpha). \quad (9)$$

У такому випадку звичайно не відображаються отримане відношення *hasRight* в діаграмі.

Прикладами правил призначення обов'язків в компанії з оренди автомобілів є:

1) клерки з обслуговування клієнтів мають обов'язок реагувати на прохання щодо замовлення;

2) водії мають обов'язок виконувати зобов'язання щодо забезпечення підходящими автомобілями клієнтів в конкретизованих місцезнаходженнях;

3) службовці фінансового обліку мають обов'язок контролювати вимоги до клієнтів щодо вчасної сплати останніми рахунків.

Ці правила візуально представлено на діаграмі внутрішнього агента на рис. 4. Агент **CustomerServiceClerk** має обов'язок реагувати на прохання щодо замовлень від клієнтів; агент **Driver** має обов'язок виконувати зобов'язання по забезпеченню підходящими автомобілями клієнтів; агент **FinancialAccountingClerk** має обов'язок контролювати вимоги до клієнтів щодо сплати ними рахунків.

Правила призначення владних повноважень в установі. В установі, що керується нормами, визначені агенти *уповноважені* створювати *інституціональні факти* за допомогою виконання конкретних типів дій. У багатьох випадках створені інституціональні факти є нормативного виду, оскільки вони слугують для призначення повноважень або наново створених зобов'язань для інших агентів. Наприклад, кожній організації потрібні правила стосовно того, які агенти уповноважені присвоювати або змінювати існуючі права.

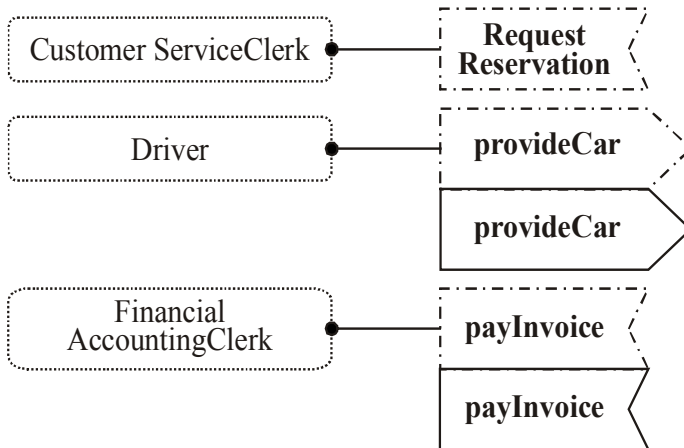


Рис. 4. Три види обов'язків

Як зазначено в роботах [6, 12], поняття інституціонального повноваження необхідно відрізнити від поняття дозволу. Агент може бути уповноважений створювати деякий інституціональний факт

(або виконувати деяку інституціональну дію), але дозволу на це не має. Наприклад, менеджер відділу може бути уповноважений здійснювати придбання офісного обладнання, але при конкретних обставинах він не може мати дозвіл робити це (наприклад, може мати місце тимчасове бюджетне обмеження).

Загальна структура правила призначення інституціонального повноваження, де α є типом ритуалізованої дії для створення інституціональних фактів типу F , має такий вигляд:

«Якщо агент i належить до типу A , конкретизовані вхідні умови для аргументів x від α установлені в момент часу t та агент i виконує $\alpha(x)$ у момент часу t , то $F(x)$ утримує спадковий стан в момент часу t' від t ».

Слід зазначити, що в цьому формулюванні інституціональний контекст залишається безумовним. Кожного разу, коли має місце таке правило, можна говорити, що агент i *уповноважується* «зробити $F(x)$ » (відповідно, «зробити $F(x)$ істиною») шляхом виконання $\alpha(x)$. Або, іншими словами, виконання $\alpha(x)$ за допомогою i , при конкретизованих обставинах, слід рахувати як виконання $F(x)$ — у контексті установи, якої це стосується.

Термін *уповноваження (авторизація)* використовується неоднозначно — як для призначення прав, так і для присвоєння інституціональних повноважень. Коли йде мова про те, що менеджер відділу уповноважується придбати обладнання для офісу, то це означає, що йому буде надано компанією повноваження підписувати контракти на покупку. Коли ж мова йде про те, що конкретний службовець (клерк) уповноважується відправляти автомобілі компанії на станцію технічного обслуговування, то це означає, що він має дозвіл робити саме це (а не щось інше).

Висновки. Для того, щоб дослідити стійкість будь-якого економічного об'єкта (наприклад, підприємства) в ринкових умовах, необхідно промодельовати його діяльність. Ефективним інструментом вирішення цієї задачі є імітаційне моделювання, і, зокрема, його сучасна парадигма — агентно-орієнтоване моделювання.

З іншого боку агентно-орієнтований підхід дозволяє враховувати динаміку поведінки економічного об'єкту при проектуванні і розробці відповідних інформаційних систем управління.

Ці два чинники і визначили тематичну спрямованість статті — в ній розглянуті основи (базові процедури) агентно-орієнтованого моделювання бізнес-правил та бізнес-процесів на підприємствах.

Література

1. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. — К.: Диалектика, 1992. — 519 с.
2. Вендров А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 176 с.
3. Вендров А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 352 с.
4. Казанский Д. Л. Оценка эффективности ERP-систем. — http://www/tops-msk.ru/press/pub_013.html
5. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе: Пер. с англ. — СПб.: С.-Петербургский университет, 1997. — 332 с.
6. Andrew J. I. Jones and Marek Sergot. A formal characterisation of institutionalised power // Journal of the IGPL. — 4(3). — 1996. — P. 427—443.
7. Assche F. V. Information systems development: a rule-based approach // Knowledge-Based Systems. — 1(4). — 1988. — P. 227—234.
8. Bubenko J. A., Brash D., and Stirna J. EKD user guide. Technical report, Kista, Dept. of Computer and Systems Science, Royal Institute of Technology (KTH) and Stockholm University, Stockholm, Sweden. — http://www.dsv.su.se/~js/ekd_user-guide.html.
9. FIPA. FIPA Spec2-1999. Agent Communication Language Draft, Version 0.1, Available at FIPA <http://www.ipa.org/specifications/index.html>, 16 April 1999.
10. Hay D. and Healy K. A. Defining business rules — what are they really? Technical Report 1.3, The Business Rules Group, July 2000. http://businessrulesgroup.org/first_paper/br01c0.htm.
11. Knowledge query and manipulation language (KQML). <http://www.cs.umbc.edu/kqml/>.
12. Makinson D. On the formal representation of rights relations // Journal of Philosophical Logic. — 15. — 1986. — P. 403—425.
13. Meta data coalition open information model, business engineering model, business rules. review draft, Kista, Dept. of Computer and Systems Science, Royal Institute of Technology (KTH) and Stockholm University, July 1999. — <http://www.mdcinfo.com/OIM/models/BRM.html>.
14. Singh M. P. An ontology for commitments in mul-tiagent systems // Artificial Intelligence and Law. — 7. — 1999. — P. 97—113.
15. Wagner G. A logical and operational model of scalable knowledge and perception-based agents. In W. Van de Velde and J.W. Perram, editors, *Agents Breaking Away*, volume 1038 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag, 1996. — P. 26—41.
16. Wagner G. *Foundations of Knowledge Systems — with Applications to Databases and Agents*, volume 13 of *Advances in Database Systems*.

Kluwer Academic Publishers, 1998. See <http://www.inf.fu-berlin.de/~wagner/ks.html>.

17. *Wagner G.* The Agent-Object-Relationship meta-model: Towards a unified conceptual view of state and behavior. Technical report, Eindhoven Univ. of Technology, Fac. of Technology Management. — <http://tmitwww.tm.tue.nl/staff/gwagner/AOR.pdf>.

18. *Yourdon E., Whitehead K., Thomann J, Oppel K., and Nevermann P.* *Mainstream Objects: An Analysis and Design Approach for Business.* Yourdon Press, 1996. — 411 p.

Стаття надійшла до редакції 23.05.2011 р.

УДК:330.131.7

В. В. Вітлінський, д-р екон. наук,
проф., зав. кафедри,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»,

А. В. Сігал, канд. екон. наук, доц.,
Таврійський національний університет
імені В. І. Вернадського

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ АНТАГОНІСТИЧНИХ ІГОР В ЕКОНОМІЦІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ

АНОТАЦІЯ. У даній статті запропоновано концепцію застосування антагоністичних ігор в економіці. Введено поняття класичної антагоністичної гри та поняття неокласичної антагоністичної гри, уточнено класифікацію інформаційних ситуацій. Розглянуто питання методів розв'язання неокласичних антагоністичних ігор різних класів, питання коректності застосування в економіці теоретико-ігрового підходу, а також питання коректності застосування прийнятого управлінського рішення, заснованого на оптимальному розв'язку антагоністичної гри.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Антагоністична гра; класична антагоністична гра; неокласична антагоністична гра; інформаційна ситуація; коректність застосування в економіці; теоретико-ігровий підхід.

АННОТАЦИЯ. В данной статье предложена концепция применения антагонистических игр в экономике. Введены понятие классической антагонистической игры и понятие неоклассической антагонистической игры, уточнена классификация информационных ситуаций. Рассмотрены вопросы методов решения неоклассических антагонистических игр разных классов, вопросы корректности применения в экономике теоретико-игрового подхода, а также вопросы корректности применения принятого управленческого решения, основанного на оптимальном решении антагонистических игр.