

М. М. Борис, Н. Б. Шаховська
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ КОМПАНІЇ

© Борис М. М., Шаховська Н. Б., 2015

Описано архітектуру інтелектуальної системи аналізу діяльності архітектурно-будівельної компанії. Спроектовано інформаційну модель такої системи. Визначено мету, завдання і сферу застосування системи.

Ключові слова: правила виведення, аналіз діяльності, архітектура, будівельна, інтелектуальна система.

The intelligent system of analysis of architectural and construction company is described in the article. The informative model of such system is projected. Goals, objectives and scope of such a system are defined.

Key words: rules, analysis of activity, architecture, building, intelligence system.

Вступ. Загальна постановка проблеми

На сьогодні архітектурно-будівельні компанії доволі поширені, оскільки вони спроможні виконувати великий обсяг роботи. Діяльність такої компанії можна поділити на два етапи, а саме: архітектурне проектування та саме будівництво. Основним поняттям у вищезгаданих етапах є поняття “проект”. Проектом в архітектурній діяльності називають сукупність технічних документів (креслень, описів, розрахунків тощо), необхідних для будівництва і реконструкції будинків, споруд та їхніх комплексів. Проект зазвичай складається з декількох частин (розділів): архітектурно-будівельної, технологічної, енергетичної, кошторисно-фінансової та ін., які розробляються відповідними спеціалістами. Склад частин проекту змінюється залежно від об’єкта проектування [1].

У статті розроблено архітектуру системи автоматизації діяльності архітектурно-будівельної компанії. Також описано засоби надання можливості користувачу отримати інтегровану інформацію про певні об’єкти, матеріали, виробника, проекти та інші дані для максимального заощадження часу та коштів.

Архітектурна діяльність – діяльність зі створення об’єктів архітектури, яка передбачає творчий процес пошуку архітектурного рішення та його втілення, координацію дій учасників розроблення всіх складових проектів з планування, забудови і благоустрою територій, будівництва (нового будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту) будівель і споруд, здійснення архітектурно-будівельного контролю і авторського нагляду за їх будівництвом, а також здійснення науково-дослідної та викладацької роботи у цій сфері [2].

Аналіз літературних та інших джерел

В останні роки у нашій країні й за кордоном спроектовано і побудовано багато багатоповерхових громадських будівель: багатоповерхівок, одноквартирних будинків, готелів, пансіонатів, профілакторіїв, офісних приміщень тощо. Будь-яке архітектурно-будівельне проектування здійснюється з використанням певних програмних засобів (ПЗ). Їх можна поділити на дві частини: проектування та документообіг.

Аналіз програмного забезпечення з автоматизованої роботи

Одними з найпопулярніших і найвикористовуваних ПЗ з проектування є: **Autodesk AutoCAD, 3d studio max, ArchiCad, Гранд-Смета, ІВК** та інші.

Autodesk AutoCAD є незамінною програмою для інженерів-проектувальників і архітекторів. Вона є загально визнаним лідером серед систем проектування. Це потужний, простий в управлінні і функціональний інструмент, що дозволяє реалізовувати практично всі дизайнерські проекти. У “AutoCAD” завжди під рукою ефективна система документації, яка дозволяє створювати різні проекти, прискорює перевірку креслень, дає змогу інтегруватися з “MS Excel”.

Крім основних функцій для складання креслень, у програми є можливість прив’язки об’єктів, що зберігаються в іншій базі даних за допомогою посилань. Ще однією зручністю є можливість виведення на друк одночасно декількох креслень. Спеціальні алгоритми візуалізації прискорюють ресурсомісткі операції, а також є хорошою підмогою під час готування проектної документації. Крім того, в програмі передбачено виведення матеріалів великих розмірів на друк, що важливо для складання великих проектних планів. Отже, є можливість отримати зображення доброї якості навіть на не дуже потужному комп’ютері. У “AutoCAD” також є можливість форматування креслень, текстів і графічних проектів [3].

3d studio max – це професійний програмний пакет, створений компанією Autodesk, для повноцінної роботи з 3d-графікою, що містить потужний інструментарій не тільки для безпосереднього тривимірного моделювання, а й для створення якісної анімації. У стандартний пакет входить також підсистема візуалізації, що дозволяє домогтися доволі реалістичних ефектів. Для досягнення більш фотореалістичних рендерів можна скористатися потужнішими візуалізаторами, розробленими спеціально для 3d studio max.

Велика увага приділяється розвитку інструментарію для створення анімації [4].

ArchiCad- пакет програми базується на концепції “віртуальної будівлі”, вперше розробленої компанією Graphisoft ще в 1984 році. Відповідно до концепції “віртуальної будівлі” архітектору надається повний набір орієнтованих на архітектурно-будівельне проектування спеціалізованих інструментів, за допомогою яких створюється “віртуальна будівля” – об’ємна модель, що відповідає реальній будівлі. “Віртуальне будівля” дає змогу працювати не з окремими ніяк не пов’язаними між собою кресленнями, а з моделлю реального будинку, де всі елементи тісно взаємодіють один з одним, завдяки чому всі зміни, що вносяться в проект, автоматично відображаються і в документації. Такий підхід дозволяє вже на ранніх етапах проектування виявити і усунути більшість проблем, які обов’язково проявилися б на пізніших етапах проектування або, що ще гірше, на будівельному майданчику. Крім того, концепція “Віртуальної будівлі” гарантує, що всі креслення точно відповідають один одному, оскільки являють собою різні способи відображення однієї і тієї самої моделі, а не окремі не пов’язані один з одним зображення [5].

Гранд-Смета – програмний комплекс для складання та перевірки кошторисних розрахунків, а також складання актів виконаних робіт за різними формами довідок. У складі комплексу знаходяться різні бази, розроблені на основі затверджених Держбудом Росії. Основні користувачі програмного комплексу – інженери-кошторисники. Розробник – група компаній “ГРАНД”.

Програма розроблялася на базі великого будівельного управління для автоматизації роботи його кошторисного відділу за безпосередньої участі працюючих там спеціалістів. Тому побудова програми відповідає порядку повсякденної роботи кошторисника, дає йому ефективний інструмент для виконання звичних дій. Нормативна база програми повністю містить всю інформацію зі СНІП: технічну частину збірок, складу робіт з розцінками, нормативи витрат матеріальних ресурсів і т.д. [6].

ІВК – редакція 1.0.призначена для автоматизованого визначення вартості нового будівництва, розширення, реконструкції та технічного переозброєння підприємств, будівель і споруд, ремонту житла, об’єктів соціальної сфери, комунального призначення та благоустрою, а також реставрації пам’яток архітектури і містобудування. “ІВК” може бути використана також для визначення вартості робіт, які здійснюються на будовах промислового та іншого призначення, з урахуванням галузевих і технологічних особливостей, а також дає змогу:

- забезпечити визначення вартості на всіх стадіях інвестування;
- підвищити ефективність капітальних вкладень, забезпечення економії фінансових та інших ресурсів і т. п.

“ІВК” може використовуватися для визначення вартості на будовах (об’єктах), будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної форми власності, так і по будовах (об’єктах), будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування.

Аналіз програмного забезпечення з документообігу

Аналіз літературних джерел дав змогу визначити системи, які сьогодні є найпопулярнішими. Аналогами можуть слугувати інтернет-ресурси компаній, що займаються архітектурно-будівельною діяльністю: “PostScriptum”, “Каскад”, “Гражда”.

“PostScriptum” – архітектурно-будівельна компанія (АБК), яка пропонує для своїх клієнтів повний спектр послуг з архітектурного, технологічного, будівельного проектування, дизайну і декорування інтер’єрів. АБК є розробником багатьох проектів з дизайну інтер’єрів квартир, коледжів, замських будинків і виконавцем будівництва “під ключ” (<http://www.postscriptum.com.ua/>).

“Гражда” – АБК, яка займається проектуванням багатоквартирного житла, замських будинків, парків та відпочинкових комплексів; будівництвом та ремонтом: громадських будівель, меморіальних комплексів, житловим будівництвом, оформленням інтер’єрів (<http://grazjda.com.ua/>).

“Каскад” – інформаційна система, основним видом діяльності якої є будівництво приватних коледжів та будинків на 2–4 сім’ї. 90 % необхідних для будівництва матеріалів та комплектуючих компанія отримує безпосередньо від виробників або виготовляє на своїй виробничій базі (<http://abk-kaskad.com.ua/>).

Отже, проаналізувавши наявні аналоги, можна зробити висновок, що на ринку програмного забезпечення є достатньо засобів для проектування будинків. Також ці засоби дають змогу формувати проектну документації та кошторис. Проте в проаналізованих програмних засобах слабо розвинена сторона спілкування з клієнтом та визначення необхідних проектних та будівельних рішень користувачем-непрофесіоналом. Тому в майбутньому буде розроблено систему для підтримки прийняття рішень щодо визначення основних параметрів будови та кошторису для користувачів. І саме тому метою статті є розроблення інтелектуальної системи аналізу діяльності архітектурно-будівельної компанії.

Основна частина

Побудова дерева цілей

Для розкриття внутрішньої структури мети необхідно побудувати дерево цілей. Дерево цілей забезпечить коректні та поетапні дії під час розроблення інформаційної системи (рис. 1).



Рис. 1. Дерево цілей інтелектуальної системи

Головною метою, яка конкретизується за допомогою дерева цілей, є розроблення інтелектуальної системи. Це завдання можливо виконати тільки після виконання всіх підцілей. Від вершини дерева цілей відходять декілька гілок, які поділяють головну ціль на підцілі.

Першою підціллю є “Опрацювання інформації про принципи функціонування АБК”. На цьому етапі здійснюється аналітичний огляд літературних та інших джерел.

Другою підціллю є “Здійснення системного аналізу предметної області (ПО)”. На цьому етапі необхідно визначити сутності предметної області та їх атрибути, виявити всі взаємозв’язки між ними. Результатом цієї підцілі є набір діаграм. Цей етап поділяється на дві підцілі: проектування бази даних та створення прототипу системи.

Метою наступної підцілі є “Вибір методів та засобів розв’язання задачі”. Ця ціль містить дві гілки: “Вибір засобів для вирішення проблеми” та “Вибір методів для вирішення проблеми”. Метою останньої цілі є обґрунтування алгоритмів та методів, які можна використати для розв’язання поставленої задачі.

Метою підцілі “Здійснення вибору програмної реалізації” є вибір програмних засобів за допомогою яких буде розроблятися інтелектуальна система відповідно до прототипу системи, а саме “Вибір середовища написання інтерфейсу” та “Програмна реалізація алгоритму розрахунку кошторису”. Метою етапу “Програмна реалізація алгоритму розрахунку кошторису” є реалізація запропонованого визначеного алгоритму для розрахунку кошторису, що містить наповнення БД даними для архітектурно-будівельної компанії.

Розроблення концептуальної моделі

Основною сферою в архітектурно-будівельній діяльності є проектування проекту і складання кошторису. *Кошторис* – це документ, в якому визначено і розраховано вартість майбутнього будівництва. У ній відображається кількість виконуваних робіт і обсяг матеріальних ресурсів, які планується задіяти для реалізації планованої діяльності. Цей документ допоможе організувати і спланувати витрати на придбання матеріалів, роботу, яку виконують будівельники, і додаткові витрати [7]. *Проект* – це документація для будівництва об’єктів архітектури, що складається з креслень, графічних і текстових матеріалів, інженерних і кошторисних розрахунків, які визначають містобудівні, об’ємно-планувальні, архітектурні, конструктивні, технічні та технологічні рішення, вартісні показники конкретного об’єкта архітектури та відповідає вимогам державних стандартів, будівельних норм і правил [8].

Для побудови інтелектуальної моделі системи використовується CASE-засіб Enterprise Architect (EA), який дає можливість здійснювати UML-моделювання і проектування, особливо під час стадії аналізу та розроблення компонування проекту. Програмний продукт EA розроблено Sparx Systems Enterprise Architect [9]. Enterprise Architect підтримує моделювання всіх видів UML-діаграм.

Діаграма варіантів використання (Use case diagram). Описує функціональне призначення системи або, інакше кажучи, те, що система робитиме в процесі свого функціонування. Діаграма варіантів використання є початковим концептуальним поданням або концептуальною моделлю системи у процесі її проектування і розроблення [10].

Суть діаграми використання полягає у тому, що проектована система подається у вигляді множини сутностей або у вигляді акторів, що взаємодіють із системою. Під поняттям “актор” слід вважати будь-яку сутність, що взаємодіє із системою зовні (технічний пристрій, людина, програма тощо).

На діаграмі (рис. 2) показано зовнішні зв’язки інтелектуальної системи аналізу діяльності архітектурно-будівельної компанії. У поданій системі продемонстровано дійові особи (актори): працівник, клієнт, постачальник, компанія та сама система.

На рис. 2 система повністю відділена від середовища. На діаграмі варіантів використання між актором і варіантом використання, а саме “працівник – оформити замовлення на проект – клієнт”, “компанія – отримати прибуток – клієнт”, “компанія – здійснити поставку матеріалів – постачальник” використовується відношення асоціації, яке вказує на його кратність. Кратність характеризує загальну кількість конкретних екземплярів компонента як елементів цієї асоціації.

Ієрархія прецедентів “Оформити замовлення на проект” розширює врахування таких факторів, як “Визначити вимоги до роботи” та “Надати необхідну документацію”. Останній, своєю чергою, розширює “Надати документи власності на землю”, “Надати особисті дані” та “Надати довідку про доходи”. Врахувавши цей вид відношення, бачимо, що містить цей прецедент: виконати певний тип роботи, занести дані в архів, виконати замовлення, погодити термін виконання та умови оплати, забезпечити клієнта інформацією, надати супровідку документацію, надати необхідну документацію, надати документи власності на землю, надати особисті дані, надати довідку про доходи.

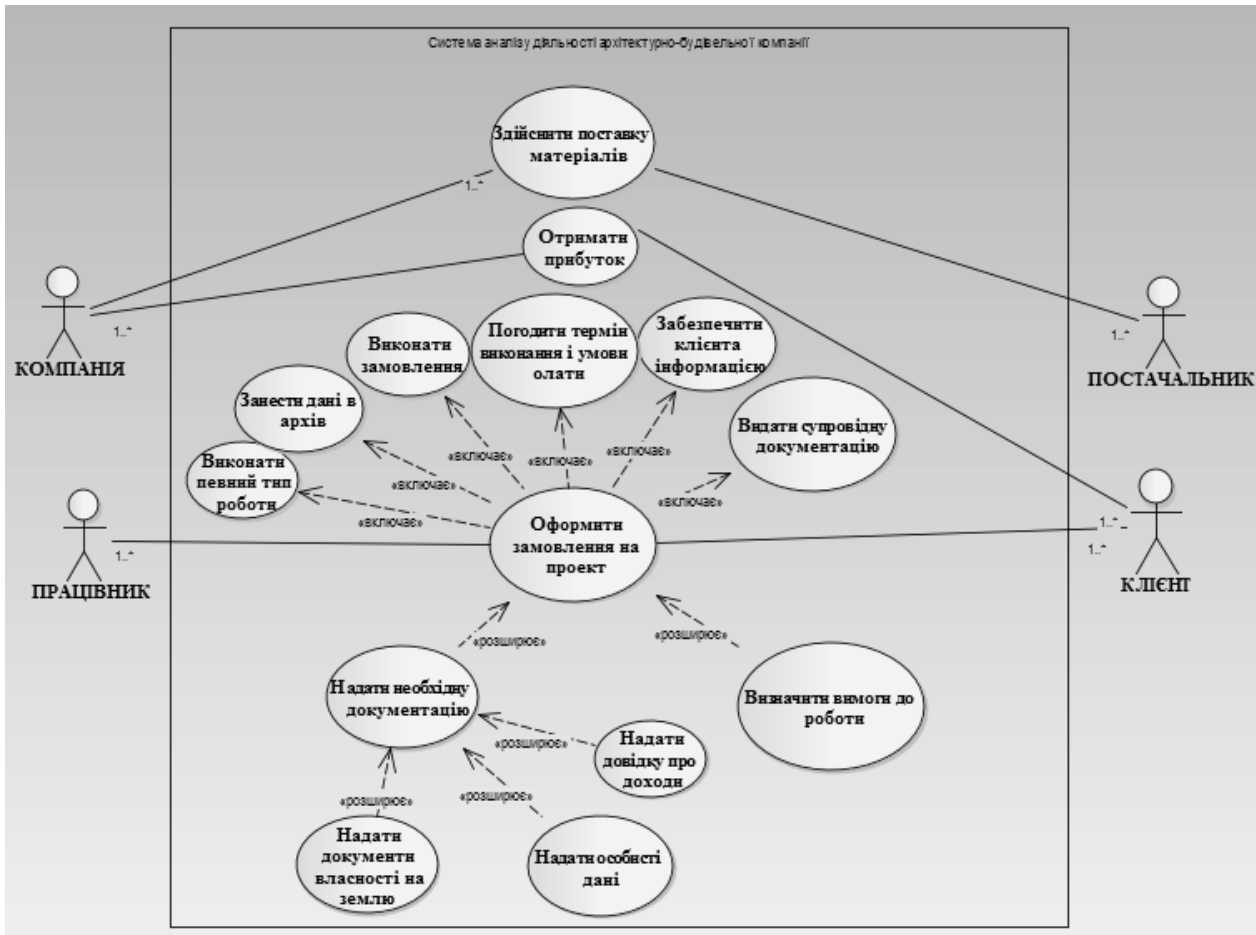


Рис. 2. Діаграма варіантів використання інтелектуальної системи.

Діаграма класів (Class diagram). Слугує для подання статичної структури моделі системи в термінології класів об’єктно-орієнтованого програмування. Діаграма класів відображає різні взаємозв’язки між окремими сутностями предметної області (ПО), а також описує їх внутрішню структуру і типи відношень. Class diagram складається з множини елементів, які в сукупності відображають декларативні знання про ПО. Ці знання інтерпретуються в базових поняттях мови UML, таких як класи, інтерфейси і відношення між ними та їх складовими [9].

На рис. 3 зображено діаграму класів. Проектована інтелектуальна система містить такі інформаційні об’єкти (класи, атрибути, операції):

1) **Клієнт** – клас, який містить інформацію про замовника. Вказаний клас містить такі атрибути:

- **Прізвище** – атрибут із класом пам’яті public;
- **Ім’я** – атрибут із класом пам’яті public;
- **По батькові** – атрибут із класом пам’яті public;
- **Дата народження** – атрибут із класом пам’яті private;
- **Ідентифікаційний номер** – атрибут із класом пам’яті private;
- **Документи** – документи, які необхідні для виконання того чи іншого замовлення.

Вказаний тип класу містить також операцію “здійснити замовлення”, що характеризує те, що можна зробити з об’єктами цього класу.

2) **Замовлення** – клас, який містить інформацію про саме замовлення. Складається з таких атрибутів:

- **Назва;**
- **Дата отримання** – коли прийнято замовлення;
- **Ресстраційний номер** – номер, який використовують при підписанні угоди із клієнтом;
- **Вартість** – скільки коштуватиме проект;
- **Оплачений** – оплачено чи не оплачено замовлення. Цей атрибут із класом пам’яті protected;

- **Термін виконання** – період, який необхідний для виконання даного замовлення.

3) **Працівник** – клас, який містить інформацію про працівника, який працює у компанії та виконує певний вид роботи. Вказаний клас має такі атрибути:

- **Прізвище** – атрибут із класом пам’яті public;
- **Ім’я** – атрибут із класом пам’яті public;
- **По батькові** – атрибут із класом пам’яті public;
- **Дата народження** – атрибут із класом пам’яті private;
- **Освіта** – на чому спеціалізується заданий працівник компанії.

4) **Постачальник** – клас, який містить інформацію про постачальника певного виду матеріалів. Цей клас містить такі атрибути:

- **Назва;**
- **Адреса;**
- **Вид діяльності** – вид матеріалів, які постачають.

Заданий тип класу містить таку операцію, як “здійснити постачання матеріалу”.

5) **Товар** – клас, який містить інформацію про певний вид матеріалів і має такі атрибути:

- **Назва;**
- **Вартість** – вартість одиниці товару;
- **Характеристика** – основна характеристика певного виду матеріалу.

6) **Філія** – клас, який містить інформацію про філіал компанії. Атрибути цього класу:

- **Назва;**
- **Адреса;**
- **Ліцензія.**

Клас “Філія” також містить такі методи, як “Найняти” і “Відправити замовлення”, які характеризують свою дію відносно інших класів.

7) **Бюджет** – клас, який містить інформацію про прибутки та витрати філії і має такі атрибути:

- **Прибуток** – сума, яку філія отримала в результаті виконання певного виду послуг;
- **Витрати** – сума, яку філія витратила, виконуючи певний спектр послуг, виплачуючи заробітну плату працівникам тощо.

Цей клас містить такий метод-операцію, як “Сформувати”, що дає змогу сформувати бюджет для філіалу.

8) **Робота** – клас, призначений для збереження інформації про виконання певного виду роботи. Містить такі атрибути:

- **Назва** – назва виду роботи;
- **Вартість** – скільки коштує певний вид роботи за одиницю роботи;
- **Термін виконання** – період, який необхідний для виконання конкретного об’єму роботи.

9) **Архів** – клас, який опрацьовує інформацію про всі замовлення та дані про постійних клієнтів. Має такі атрибути:

- **Ідент. номер_клієнт** – ідентифікаційний номер клієнта;

- **Дата_поч.** – дата здійснення першого замовлення;
- **К-сть замовлень** – кількість замовлень, які клієнт здійснив у даній компанії;
- **Сума витрат** – загальна сума витрат на усі замовлення у даній компанії.

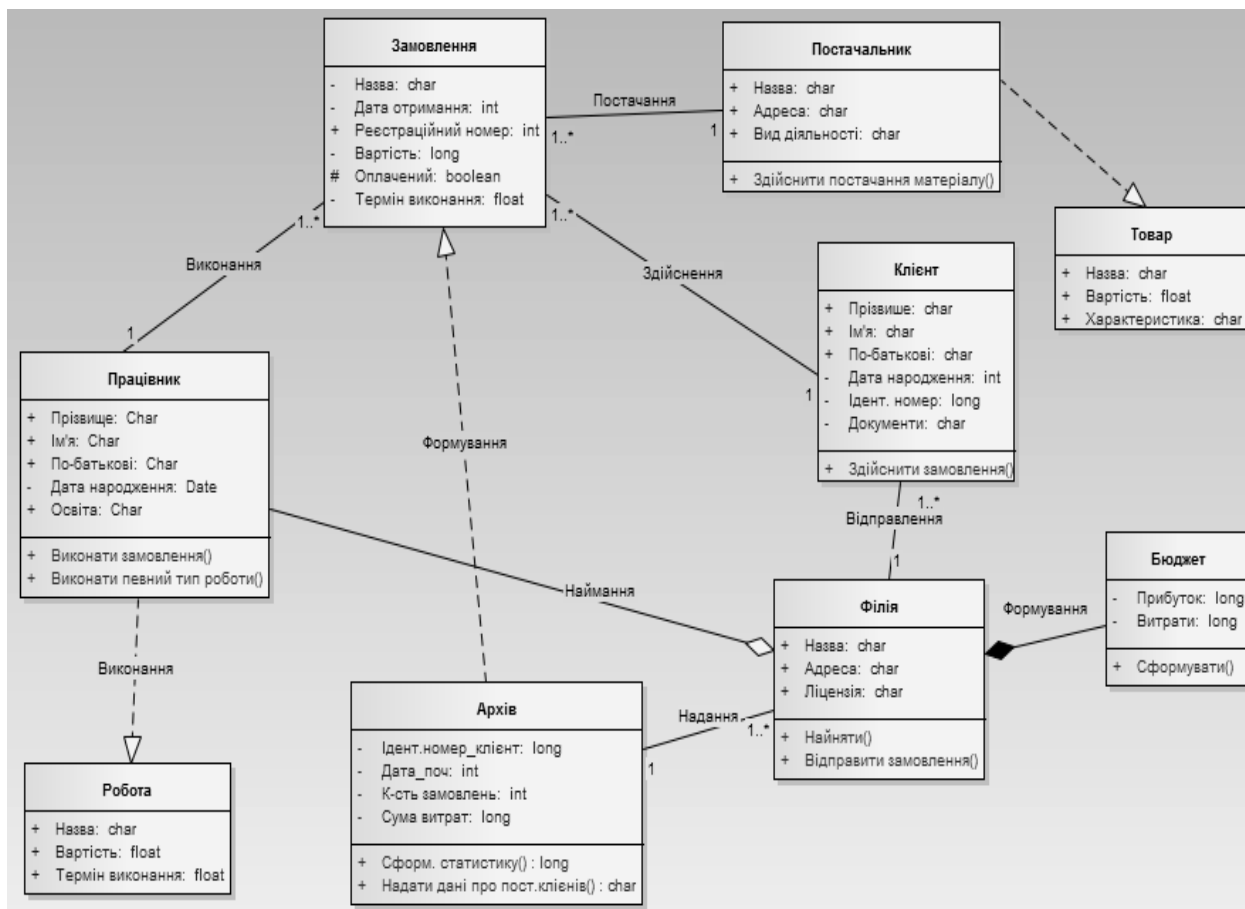


Рис. 3. Діаграма класів інтелектуальної системи

Клас “Архів” містить такі операції, як “Сформувати статистику” і “Надати дані про постійних клієнтів”. Остання операція необхідна для того, щоб надавати постійним клієнтам знижки.

Клас “Клієнт” і “Замовлення” пов’язані між собою відношенням “Здійснення” (відношення асоціації). Коли клієнт здійснив замовлення, працівники філії, які є найманими працівниками, відповідно до своєї освіти і відповідно до того, який тип роботи вони можуть виконати, виконують задане завдання. Замовлення, яке надійшло у філію, одразу заноситься в “Архів” для “Формування статистики”, яка надалі слугуватиме визначником “Надання даних про постійних клієнтів”, що надає замовнику знижки. Відповідно до замовлення “Філія” отримує прибутки, а також витрати, для чого і слугує клас “Бюджет”, який це все формує. У випадку, коли видом замовлення є будівництво, для цього існує клас “Постачальник”, який постачає матеріали – в даному випадку з класу “Товар” відповідно до замовленого виду і його кількості.. У результаті готовності виконаного доручення філія здійснює операцію “Відправити замовлення” клієнту, що передбачає видавання супровідної документації.

Описання механізмів логічного виведення

Експертними системами найпоширенішого типу є системи, основані на правилах. Правила, що організовані у вигляді IF-THEN структур, називаються продукційними правилами.

У продукційних системах знання представлені у формі множини правил, на основі яких формуються висновки, що повинні бути зроблені (або не зроблені) в різних ситуаціях. Висновки

робляться на основі методів прямого або зворотного логічного висновку. Залежно від методу логічного висновку розрізняють два види продукційних систем: системи з прямим логічним висновком та системи із зворотним логічним висновком.

Основна ідея продукційних правил полягає в тому, що на основі логічної та математичної систем є можливість представити набір правил, який встановлює порядок перетворення рядка символів на інший послідовний набір символів. З цього випливає, що продукційне правило після отримання вхідного рядка, має можливість виробити новий рядок. Прикладом може слугувати такий вхідний рядок:

IF обраний матеріал AND введений об'єм стін THEN обчислена кількість необхідного матеріалу.

У системі розроблено продукційні правила для визначення:

1. Типу матеріалу за особливостями розміщення проектованої будівлі;
2. Сумісності матеріалів;
3. Параметрів самої будівлі (кількість поверхів, функціональне призначення);
4. Кількості матеріалів кожного виду;
5. Субпідрядників на основі їх професійних вмінь та попередніх рекомендацій;
6. Відповідності умовам замовника.

Для запобігання конфлікту резолюцій введено черговість правил.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок

Описано та побудовано архітектуру інтелектуальної системи (ІС) аналізу діяльності архітектурно-будівельної компанії. Визначено сферу застосування інтелектуальної системи. Побудовано дерево цілей, яке розкриває внутрішню структуру мети і забезпечує коректні та поетапні дії під час розроблення інтелектуальної системи. Розроблено концептуальну модель, а саме діаграму класів та діаграму варіантів використання. Також описано механізм логічного виведення. Усе це стало основою для продовження досліджень.

1. Борис М. М. Аналіз діяльності архітектурно-будівельної компанії (АБК) / Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД”: збірник наукових праць. – 2013. – 353 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://oldconf.neasto.org.ua/node/2801>. 2. Грицунов О. В. Інформаційні системи та технології: навч. посіб. для студентів за напрямом підготовки “Транспортні технології” / О. В. Грицунов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 222 с. 3. Полещук Н. Н. AutoCAD 2012 (серія “В подлиннике”). – БХВ-Петербург – 2012. – 752 с. + CD. 4. Бурлаков М. В. 3ds max 7 – М.: ООО “Бином-Пресс”, 2006 г. – 672 с : ил. 5. Ланцов А. Л. Компьютерное проектирование в архитектуре. ArchiCAD 11. – СПб.: “ДМК-Пресс”, 2007. – С. 800. 6. Дзюбанов Е. Б. Руководство пользователя программного комплекса “ГРАНД-Смета” / Е. Б. Дзюбанов, А. В. Доставалов, Д. В. Смирнов, П. В. Тулунов, В. А. Тюков, М. В. Черных. – М.: Центр по разработке и внедрению информационных технологий “ГРАНД”, 2008. – 665 с. 7. UkrSmeta – составление сметной документации – Что такое кошторис [Електронний ресурс]: UkrSmeta. – Режим доступу: <http://ukrsmeta.ua/ru/statti/6-shcho-take-koshtorys> 8. Про архітектурну діяльність: закон України, 20.05.2004р. №687-XIV // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1999, № 31, ст.246. 9. Бабич А. В. UML: Первое знакомство. Пособие для подготовки к сдаче теста з UML0-100 (OMG – Certified UNL Professional Fundamental): Учебное пособие / А. В. Бабич. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 176 с.: ил., табл. – (Серия “Основы информационных технологий”). 10. Литвин В. В. Проектування інформаційних систем / В. В. Литвин, Н. Б. Шаховська. – Львів: Магнолія, 2011. – 437 с.