

УДК 681.3

О.Ю. Бочкаръов, О.О. Вознюк*, С.І. Ковела
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра ЕОМ,
*ДАТ Магістральні нафтопроводи “Дружба”, м. Львів

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ: ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

© Бочкаръов О.Ю., Вознюк О.О., Ковела С.І., 2001

Розглядаються класи задач, які вирішуються в рамках розробки корпоративних інформаційних систем (КІС). Подається класифікація основних технологій розробки КІС на основі низки обраних критеріїв, пропонується узагальнена схема автоматизації процесу розробки, а також формулюються основні ідеї щодо перспектив її використання.

Problem classes related to corporate information systems (CIS) development are considered in the article. Estimation of the main techniques is cited according to the set of criteria chosen. Generalized outline of development process is proposed along with basic considerations regarding its usability perspectives.

1. ВСТУП

Значний сегмент сьогоденного ринку прикладного програмного забезпечення (ПЗ) належить КІС, які вирішують задачі управління, планування та обліку ресурсів виробничих підприємств та організацій різного масштабу. Інтенсивність розробки нових та удосконалення існуючих КІС стимулюється загальними тенденціями у світовій економіці, які гарантують зростання прибутку за рахунок впровадження інформаційних технологій у процес виробництва та надання послуг. Внаслідок цього з'явилася велика кількість виробників КІС, які пропонують готові рішення для цього сегмента або розробляють КІС на замовлення. В статті проаналізовано підходи до автоматизації розробки вищезгаданих систем, що їх використовують компанії-лідери, шляхи їх подальшого розвитку та сформульовано основні ідеї щодо можливого розширення класу задач, які вирішуватимуться в рамках застосування цих удосконалених підходів.

2. “СТАНДАРТНІ” КЛАСИ ЗАДАЧ ТА КІС, ЩО ВИРІШУЮТЬ ЦІ ЗАДАЧІ

Специфіка розробки КІС полягає у тому, що вона дає широкі можливості для стандартизації, залишаючи при цьому відкритим широке коло питань щодо функціональності вихідного ПЗ. Іншими словами, кожна окрема задача із розробки КІС має як “стандартну” складову, функціональність якої зумовлюється вибраною предметною областю (наприклад, основні елементи типової задачі управління складом), так і спеціалізовану частину, що характерна лише для даної конкретної реалізації. У галузі опису “стандартних” складових зроблено великі кроки. Основні “стандартні” класи задач, що вирішуються КІС, наведено в табл. 1.

Основні “стандартні” класи задач, що їх вирішують КІС

Скорочена назва	Повна назва	Опис
1	2	3
MRP	Materials Requirements Planning (планування потреб в матеріалах)	Інформаційна система відслідковує, які одиниці продукції потрібно випродувати, а також які саме матеріали потрібні для продукування певної одиниці продукції на визначену дату. Для цього система потребує підтримки списків складових матеріалів та інвентаризаційних баз
MRP II	Manufacturing Resource Planning (планування виробничих ресурсів)	Інформаційна система інтегрує весь спектр прикладного ПЗ, що стосується виробництва та суміжних областей, включаючи підтримку прийняття рішень, планування потреб в матеріалах, обліку та реалізації продукції
ERP	Manufacturing Resource Planning (планування ресурсів підприємства)	Інформаційна система обслуговує діяльність всіх відділів підприємства та може включати такі елементи, як управління виробництвом, контроль за замовленнями, бухгалтерський облік, закупівля матеріалів, склад, контроль за транспортними видатками та управління персоналом. Як правило, перевага надається використанню серійного ПЗ, що може характеризуватись різним ступенем розвинутої та налагодженості засобів взаємодії з іншими системами. Окремі модулі власне системи також можуть бути настроюваними з використанням спеціалізованого інструментарію розробника або стандартних мов програмування. Основні виробники ERP-систем: SAP AG, PeopleSoft, Oracle, Baan та J.D. Edwards
CRM	Customer Relationship Management (управління зв'язком з клієнтами)	Інформаційна система використовується для планування, формування графіків і управління допродажними та післяпродажними операціями, що здійснюються підприємством. Як правило, така система не має функцій маркетингу. Основною метою використання CRM-систем є надання клієнту можливості взаємодії з постачальником за допомогою різноманітних засобів комунікацій, таких як Інтернет, телефон, факс, електронна та звичайна пошта тощо. Така інтеграція уможливорює спільне або окреме використання будь-якого з них на будь-якому етапі обробки замовлення
e-business	electronic-business (електронний бізнес)	Здійснення бізнес-операцій в он-лайн. Термін часто використовується як синонім до терміна “електронна комерція”, але концептуально означає лише факт наявності засобів ведення ділових операцій через Інтернет. При цьому сайт для ведення електронного бізнесу може забезпечувати функціональність, яка не обмежується лише функціями обслуговування клієнтів та реалізації продукції: в ньому може бути реалізована, наприклад, система загального пошуку або відслідковування замовлень, підтримка дискусійних форумів та ін. В таких випадках функції власне “електронного бізнесу” виконуються лише компонентом сайту, що здійснює обробку замовлень

Результатом зусиль із стандартизації опису вищенаведених класів задач окремими виробниками було створення параметризованих рішень у вигляді реконфігурованих програмних модулів, кожний з яких відповідає за вирішення певної функціональної задачі (наприклад, управління складом). Такі рішення, об'єднані в уніфіковану структуру, дають змогу реалізувати повний спектр задач у рамках вибраного класу. Логічним продовженням ідеї реконфігурованості є можливість багатократного використання цих рішень та продукування індивідуальних варіантів систем заданого класу для різних споживачів. Найбільш розповсюджені на даний час КІС наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Перелік найбільш розповсюджених КІС

Компанія-виробник	Продукт
SAP AG	R/3
People Soft	People Tools
Oracle	Oracle Applications
Baan	iBaan ERP, iBaan E-Procurement
J.D.Edwards	OneWorld
NavisionDamgaard	Damgaard Ахapta, Navision Financials, Damgaard XAL
1С	1С: Підприємство
“Парус-Сервис”	Комплекс програмних засобів автоматизації комерційних підприємств

3. ЗАСОБИ РОЗРОБКИ

У табл. 3 наведено основні поняття, що відображають підходи до автоматизації процесу розробки.

Таблиця 3

Основні поняття, що відображають підходи до автоматизації процесу розробки

Скорочена назва	Повна назва	Опис
RAD	Rapid Application Development (швидка розробка прикладних програм)	Розробка проекту та постачання його частин замовнику у міру їх завершеності на протигагу одноразовому постачанню повністю завершеного програмного комплексу. При цьому застосовується велика кількість різноманітних засобів автоматизованого проектування та реалізації, зокрема CASE, 4GL, візуальне програмування та компонувальники графічного інтерфейсу користувача, що оперують готовими прототипами конструктивних елементів. Технологія представлена на ринку ПЗ продуктами типу Microsoft Visual Basic, Borland Delphi, Sybase PowerBuilder тощо)
CASE	Computer-Aided Software Engineering (Автоматизоване проектування ПЗ)	Автоматизовані методи проектування та документування операцій традиційного структурного програмування. Технологія представлена на ринку продуктами типу Rational Unified Approach, Sybase PowerDesigner, Platinum ErWin/BpWin, Object Studio тощо)
4GL	Fourth-generation languages (мови програмування четвертого покоління)	Непроцедурні мови високого рівня, наприклад SQL, KQML, OQL.

Найбільш загальний опис розробки ПЗ довільного класу [1], зокрема КІС, із застосуванням згаданих вище підходів, містить три основні етапи (рис. 1): аналіз, проектування та реалізацію. При цьому базовим є міркування необхідності досягнути максимальної ефективності кінцевого продукту сукупно із забезпеченням економічної доцільності такої розробки [2], що зумовлює необхідність комплексного аналізу за такими напрямками:

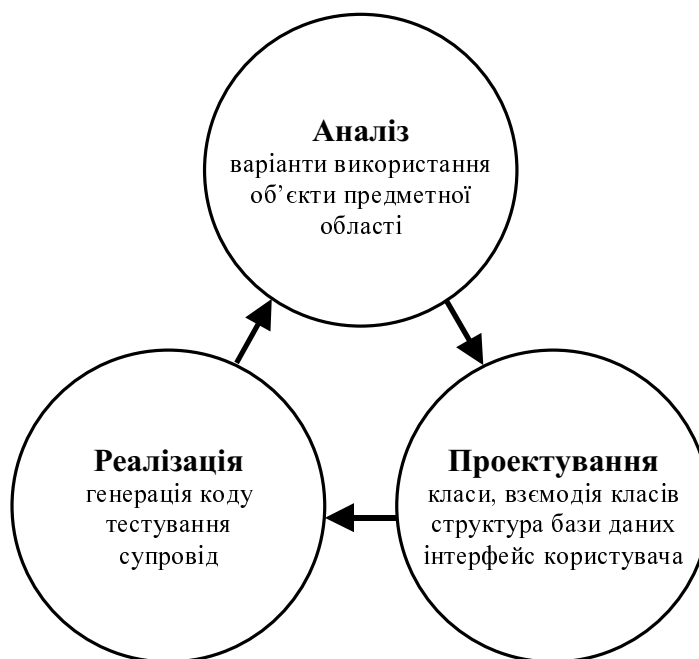


Рис. 1. Основні етапи проектування ПЗ

1. Ефективність

При цьому використовуються такі критерії:

- Гнучкість (наявність засобів реконфігурації та розробки).
- Масштабованість (масштаби підприємства, на яких система потенційно може ефективно використовуватись).
- Функціональна повнота (перелік процесів управління, планування та обліку, що їх автоматизує система).

2. Рентабельність

При цьому використовуються такі критерії [3]:

- Часові витрати (загальні витрати часу на реалізацію системи “під ключ”; як правило, вимірюється в людино-годинах).
- Вартість розробки.

4. ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КІС

Як показує досвід розробки КІС, існує базова суперечність між швидкістю та “якістю” розробки подібних систем [4]. При цьому під “якістю” розуміється ступінь відповідності кінцевого результату вимогам замовника або рівень деталізації розробки. Одним підходом є розробка КІС „від початку до кінця”, тобто виконання повного циклу розробки (рис. 1) з усіма проміжними етапами. В результаті буде отримано найкращий за “якістю” результат

при значних часових витратах. В іншому ж випадку можна використати „готову” КІС, яка найбільш повно відповідає вимогам замовника, і при мінімальних часових витратах отримати результат, що, однак, потребуватиме додаткової доводки для реалізації вимог замовника в повному обсязі. Подолати цю суперечність можна інтеграцією засобів розробки у завершенні КІС. При цьому переважна кількість компаній-виробників КІС пропонує власні засоби розробки, які є, по-перше, вузькоспеціалізованими, а по-друге, існують як невід’ємна частина даної конкретної КІС і відтак не можуть бути використані для доводки чи модифікації КІС іншого виробника.

Основна ідея інтеграції засобів розробки у завершенні КІС полягає в тому, що за рахунок чітко визначеного класу вирішуваних задач вдається досягнути високого ступеня автоматизації процесу розробки, пропонуючи розробнику на кожному етапі шаблони готових рішень та надаючи у його розпорядження набори спеціалізованих програмних компонент. Діапазон засобів реконфігурації та розробки є надзвичайно великим: від наборів опцій внутрішньої настройки та вбудованих редакторів форм до повноцінних CASE-засобів. Практично всі розглянуті в п. 2 технології були відображені в інтегрованих засобах розробки. При цьому виробником, як правило, створюється об’єктна модель, яка описує основні компоненти системи та їх функціональність. У рамках цієї об’єктної моделі для розширення функціональності системи розробникам пропонується використання деякої мови опису взаємодії об’єктів, причому як таку мову можна використовувати як вбудовані спеціалізовані мови, так і стандартні мови написання сценаріїв (скриптів), наприклад VBScript, JavaScript тощо.

Серед основних проблем, пов’язаних з інтеграцією засобів розробки в завершенні КІС, можна зазначити такі:

1. Різні замовники потребують інтегрованих засобів розробки різного рівня складності та деталізації процесу розробки. З цієї точки зору існують КІС з фіксованим рівнем можливостей інтегрованих засобів розробки та КІС, які дозволяють обирати рівень можливостей цих засобів в деяких межах залежно від потреб конкретного замовника, причому останні, як правило, характеризуються порівняно вищою вартістю.

2. Однією з вимог до засобів розробки КІС є можливість легкого нарощування чи модифікації завершенної КІС. Вимога ця зумовлена тим, що специфікація КІС, як правило, уточнюється протягом усього циклу розробки системи. З огляду на це деякі компанії-виробники, зокрема постачальники системи qWORD, прийшли до ідеї “живої” КІС, розвиток якої продовжується протягом усього “життєвого” циклу системи з моменту її випуску до виходу з експлуатації. З іншого боку, якщо концептуально розбити процес розробки КІС на етапи генерації основної функціональності та доводки, можливою є ситуація, коли в разі деякої зміни основної функціональності, а відтак – регенерації системи, зміни, зроблені на етапі доводки, буде втрачено. Одним з можливих шляхів розв’язання цієї проблеми є скасування етапу доводки як такого (див. нижче).

3. Існує два взаємосуперечливі підходи до нарощування/модифікації завершенної КІС. Перший підхід передбачає, що замовнику надаються фіксовані можливості реконфігурації КІС, що у випадку об’єктивних змін вимог до функціональності КІС цього типу (наприклад, при зміні чинного законодавства, пов’язаного з веденням бухгалтерського обліку на підприємстві) дозволяє постачальнику централізовано координувати впровадження нових функціональних рис системи для всіх замовників. Другий підхід передбачає надання замовнику більш потужних засобів реконфігурації системи, що “відв’язує” замовника від

постійного контролю з боку постачальника, але потенційно унеможливує подальшу підтримку нових функціональних рис зміненою в такий спосіб системою.

4. Важливою залишається проблема стандартизації вхідних завдань та результатів виконання етапів розробки КІС. Особливої ваги це набуває для інтегрованих засобів розробки, оскільки внаслідок їх вузької спеціалізованості рішення, отримані в рамках однієї КІС, практично неможливо перенести на іншу.

5. ЕВОЛЮЦІЙНІ ЕТАПИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КІС

Можна виділити три еволюційні етапи розвитку засобів розробки КІС, що стало можливим за умов вищезгаданого обмеження класів “стандартних” задач (рис. 2).

Перший етап характеризується повномасштабною розробкою програмного коду. При цьому кожна наступна задача розробки КІС викликає створення повністю нового програмного коду, внаслідок чого будь-яка автоматизація неможлива. У результаті накопичення певної “критичної” маси програмного коду відбувається якісний перехід, результатом якого є створення параметризованих програмних рішень (ППР), в яких розробники інкапсулюють набутий досвід для його багатократного використання при вирішенні аналогічних “стандартних” задач. При цьому у більшості випадків створюються не окремі ППР, а системи взаємозв’язаних ППР різних рівнів складності. Як приклад можна навести таку класифікацію цих рівнів:

1. Функціональне призначення (наприклад, підсистема нарахування заробітної платні в межах системи обліку кадрів).
2. Логічна організація (наприклад, блок статистичної обробки або блок побудови звітів).
3. Реалізація (наприклад, компонент “фільтрація/пошук” або компонент “кешування даних”).

До системи ППР можна висунути низку вимог (наприклад, функціональна повнота, інтеграція з іншими ППР, стандартизація інтерфейсів тощо), за якими можна було б оцінити її загальну ефективність, а також сформулювати базові вимоги до її архітектури. Але ці питання виходять за рамки даної публікації і є предметом окремого дослідження.

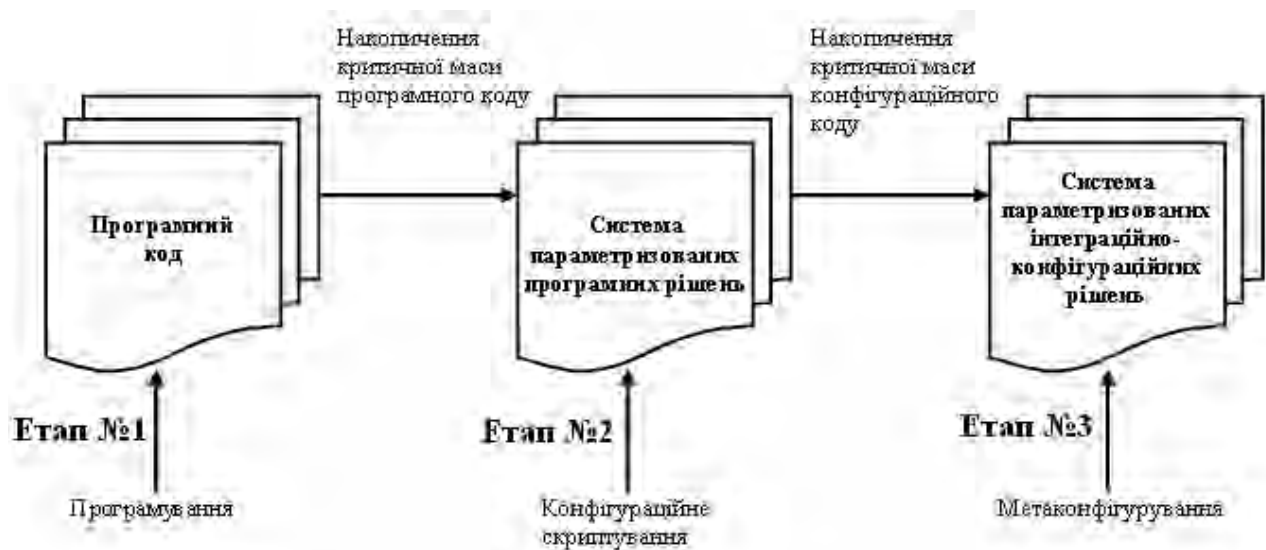


Рис. 2. Еволюційні етапи розвитку процесів розробки КІС

Процес розробки КІС на другому еволюційному етапі виглядає як інтеграція та зовнішнє конфігурування завершених ППР. При цьому, як правило, використовуються стандартні (наприклад, XML) або спеціалізовані мови конфігураційної настройки (мови скриптування). Суттєвою відмінністю від попереднього етапу є скорочення часу отримання завершеного програмного продукту за рахунок використання ППР, які необхідно лише сконфігурувати, виходячи з вимог, описаних в завданні на розробку.

Аналогічно до першого етапу з часом накопичується “критична” маса конфігураційного коду, що уможливорює якісний перехід до третього етапу еволюції автоматизації розробки. На цьому етапі створюються програмні засоби автоматичної інтеграції та конфігурування систем ППР. Тобто з конфігураційним кодом відбувається те саме, що і з програмним на другому етапі – на його основі створюються параметризовані інтеграційно-конфігураційні рішення (ПКР), що автоматизують значну частину процесу конфігурування систем ППР, приймаючи як вхідне завдання опис задачі (модель), створений на основі вхідних специфікацій. Значним поступом відносно до попереднього етапу є подальше скорочення часу отримання завершеного програмного продукту за рахунок автоматизації процесу інтеграції та конфігурування складових систем ППР, виходячи з вимог, описаних в завданні на розробку. Процес розробки КІС при цьому можна назвати *метаконфігуруванням*, тобто конфігуруванням системи ПКР, які в свою чергу конфігурують складові системи ППР в автоматичному режимі. Метаконфігурування виглядає як реалізація опису задачі (моделі задачі) за допомогою деякої стандартної (наприклад, UML) або спеціалізованої формальної нотації.

Кожному із згаданих еволюційних етапів відповідає деякий клас технологій розробки КІС потрібного рівня. Важливим моментом є те, що технології реалізації систем на цих рівнях (тобто представники різних еволюційних етапів) не є взаємовиключними. Тобто в ідеальному випадку розробник повинен мати доступ до системи, що розробляється, на всіх трьох рівнях, розподіляючи між ними завдання на свій розсуд. Висвітлення проблем, пов’язаних із забезпеченням такої свободи дій, виходить за рамки даної публікації і є предметом окремого дослідження.

6. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРОБКИ КІС

Виходячи із вищезгаданих міркувань, на рис. 3 схематично зображено пропоновану структуру автоматизованої системи проектування КІС (АСП КІС), яка є представницею третього еволюційного етапу.

Основне навантаження при проектуванні КІС в рамках пропонованої АСП КІС припадає на системного аналітика та розробника архітектури КІС. Результатом їх спільної роботи є опис конкретної задачі на вхідній мові системи генерації коду, якою може бути деяка спеціалізована мова опису або стандартна мова моделювання систем (наприклад UML). Вхідним завданням для них є вхідна проектна документація (технічне завдання тощо) та консультації з замовником.

Робота їх полягає у формалізації вимог замовника за допомогою однієї чи декількох мов формального опису та проектуванні об’єктної моделі майбутньої КІС. Результати їх роботи є достатніми для того, щоб автоматично згенерувати файл металогіки, наприклад, у вигляді XML-файлу за допомогою системи автоматичної генерації програмного коду, яка повністю автоматизує роботу програміста за рахунок закладеного в неї “досвіду” розробки КІС у вигляді параметризованих програмних рішень та механізму їх інтеграції та налагод-

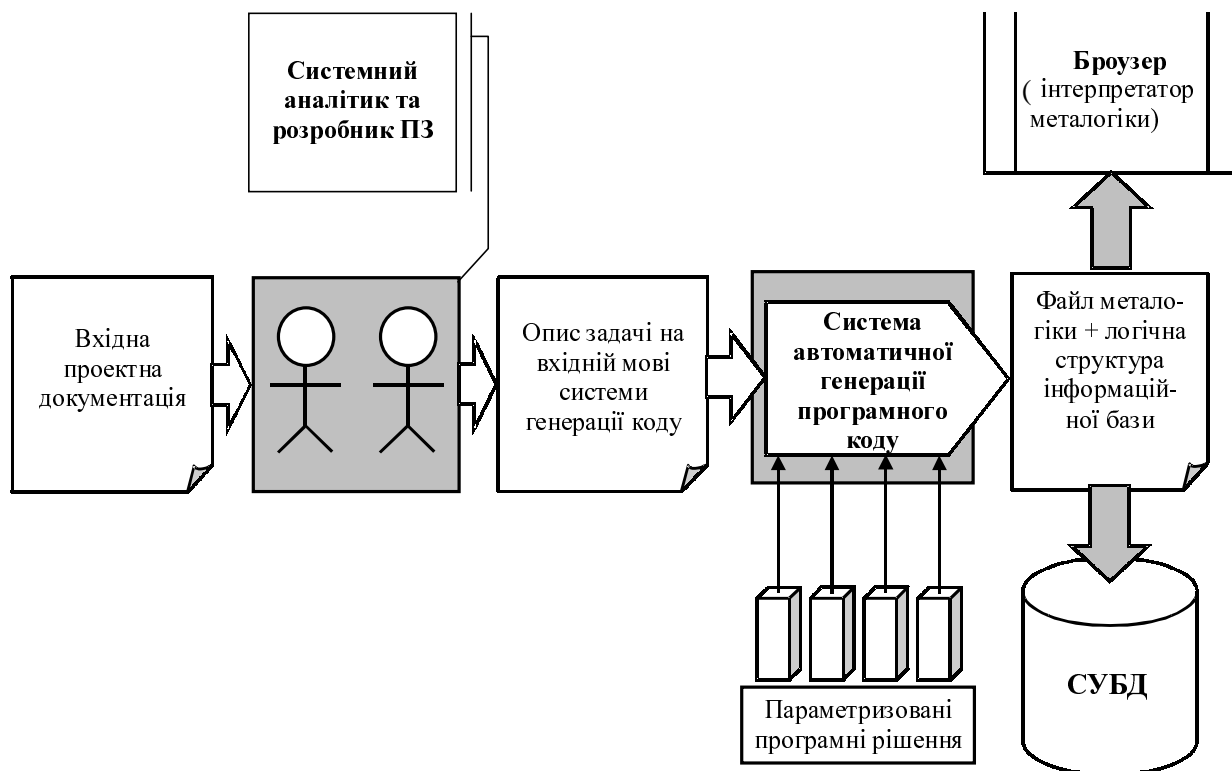


Рис. 3. Узагальнена схема процесу автоматизації розробки КІС

ження згідно з вхідним описом. Отриманий результат: файл металоґіки та командний файл СУБД є готовим рішенням з можливістю доводки (такої, наприклад, як редагування графічного інтерфейсу чи внесення додаткової функціональності за допомогою скриптування). При цьому командний файл СУБД використовується для створення інформаційної структури бази даних, а файл металоґіки інтерпретується стандартним або спеціалізованим броузером у вигляді інтерфейсу користувача з необхідною функціональністю.

Одним з основних критеріїв якості системи ПКР є її можливість з перетворення вхідного опису задачі у готове рішення. Практично це виглядає як низка обмежень на можливі описи задач, вирішення яких є в компетенції цієї системи. Це, наприклад, можуть бути обмеження на рівні вкладеності, типи зв'язків між елементами опису та ін. Відповідно розширення цих обмежень є одним з основних показників покращання системи ПКР.

7. ВИСНОВКИ

Необхідною є кількісна оцінка ефективності застосування описаних технологій розробки КІС – представниць різних еволюційних етапів в умовах реалізації проектів різних рівнів складності та областей використання. Для цього, на думку авторів, доцільним було б формулювати деяку тестову задачу – завдання на розробку КІС-подібної системи, реалізація якої в рамках кожної з технологій дала б необхідні кількісні показники. До тестового завдання на розробку висуваються такі вимоги:

1. Академічний некомерційний характер предметної області проекту.
2. Наявність основних функціональних рис притаманних КІС.
3. Масштабованість, тобто можливість легко змінювати масштаб проекту зі збереженням його основних рис.

Основними кількісними показниками, які планується отримати в такий спосіб, є:

1. Ресурсно-часові витрати на розробку (людино-годин).
2. Ступінь відповідності отриманого результату вимогам технічного завдання.

Порівняльний аналіз отриманих характеристик для варіантів реалізації тестової задачі різних масштабів за допомогою різних технологій розробки дозволить зробити ґрунтовні висновки та сформулювати основні рекомендації щодо граничних умов доцільності застосування цих технологій при різних варіантах “конфігурації” вхідного завдання.

Необхідно також відзначити, що деякий узагальнений опис процесу реалізації тестового завдання, який виділяє головним чином етапи реалізації, а не особливості застосованої при цьому технології, міг би претендувати на роль універсального опису будь-якої технології розробки і при цьому не містити відомостей про саму технологію. Іншими словами, таке завдання на розробку могло би стати основою для створення стандартної мови опису результатів застосування будь-якої технології розробки.

1. *Sommerville Ian. Software Enginnering. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. – 1992.*
 2. *Bennatan E.M. On Time, Within Budget. Software Project Management Practices and Techniques. John Wiley & Sons, Inc. – 1992.* 3. *Microsoft Corporation. Принципы проектирования и разработки программного обеспечения. Учебный курс MCSD / Пер. с англ. – М., 2000.* 4. *Автоматизация управления предприятием... из “коробки” // “Компьютерное обозрение”. – 2001. – № 7. – С. 16 – 23.*

УДК 681.3

О.Ю. Бочкарьов, В.А. Голембо

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра ЕОМ

СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНИХ КОНТАКТНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ

© Бочкарьов О.Ю., Голембо В.А., 2001

Розглядається можливість побудови систем довготривалих розподілених вимірювань на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів в рамках теорії колективної поведінки. Сформульовано ідею подібності природи об’єкта дослідження (синергетичні прояви навколишнього середовища) та архітектури інструменту дослідження (вимірювально-обчислювальна мережа на основі автономних мобільних інтелектуальних агентів, здатних до самоорганізації спільних узгоджених дій).

Approaches in developing long-term distributed measuring systems based on autonomous mobile intelligent agents are considered in framework of cooperative behavior theory. An idea of similarity of measuring object nature (environmental synergy processes) and measuring instrument architecture (measuring-processing network based on autonomous mobile intelligent agents which are capable to self-organization) are stated.

1. ВСТУП

У сучасних умовах глобального погіршення екологічної ситуації питання глибокого дослідження та ефективного контролю за станом довкілля є надзвичайно важливим. Вирішити ці питання за відсутності відповідних засобів вимірювання та обробки даних практично