

УДК 004.94:004.42

МЕЖУСВ В.І., д.т.н., професор (Бердянський державний педагогічний університет),  
КУДІНОВ М.В., к.пед.н., доцент,  
ТИМОШЕНКО Є.В., к.т.н., доцент

## Колективний підхід до моделювання предметних областей засобами програмної інженерії

*Визначені основні принципи створення технології моделювання предметних областей, яка підтримує колективний підхід у розробці концептуальних моделей. Сформульовані вимоги до методів програмної інженерії, які використовуються в цій технології.*

**Ключові слова:** інформаційне моделювання, комп'ютерне моделювання, концептуальна модель, предметна область, програмна інженерія, функціональне моделювання

### Постановка проблеми у загальному вигляді

При розробці складних програмних систем необхідно зменшувати залежність якості результату від таких суб'єктивних факторів, як кваліфікація виконавців та їх досвід, потрібно знижувати ризик неуспішного завершення проекту. На сьогоднішній день існує гостра потреба в науково обґрунтованих технологічних методах розробки програмних систем, які б дозволяли планувати параметри програмного продукту та гарантувати необхідну якість результатів. Методи, що існують сьогодні, безумовно, розв'язують завдання розробки програмного забезпечення, однак, не володіють у достатньому ступені промисловими властивостями.

Висока складність об'єктів автоматизації та вимоги до мінімізації часу розробки визначають колективний характер робіт, починаючи із самих ранніх етапів, які полягають в ідентифікації, аналізі та моделюванні предметної області (ПрО). При цьому колективна робота має власні особливості, які повинні знаходити відображення в спеціальних заходах щодо підтримки логічної цілісності результатів розробки протягом усього проекту.

### Аналіз останніх досліджень та постановка задач

Роботи в даній області ведуться протягом декількох десятиків років силами багатьох учених: Буч Г., Вендров А.М., Зиндер Е.З., Калянов Г.Н., Липаев В.В., Мартин Дж., Соммервиль І., Томашевський В.М., Хаббард Дж та ін. Разом із тим, методології і технології розробки програмних систем, що існують на сьогоднішній день недостатньо формалізують моделювання ПрО з урахуванням особливостей колективної роботи. В сучасних методах бракує формалізованих критеріїв та процедур для

забезпечення функціональної повноти і логічної цілісності результатів колективної роботи, а також відсутні формалізовані методи виявлення інтегруючої основи інформаційного та програмного забезпечення.

Таким чином, мають місце два суперечних один одному чинники. З одного боку - зростання потреб у проектах, спрямованих на комплексну автоматизацію підприємств в умовах великої розмірності ПрО та жорстких вимог до термінів виконання і якості результатів. З іншого боку - недостатній розвиток методів розробки таких проектів, що забезпечують якість та логічну цілісність результатів в умовах колективної роботи з початкових етапів життєвого циклу.

Отже, **мета статті** - визначити принципи технології моделювання предметних областей, що підтримує колективний характер розробки та сформулювати вимоги до використовуваних в цій технології методів інженерії програмних систем.

### Підходи та стандарти програмної інженерії

Одним з основних понять програмної інженерії є визначення життєвого циклу (ЖЦ) програмного забезпечення (ПЗ), як безперервного процесу, що починається з моменту ухвалення рішення про необхідність створення ПЗ та закінчується у момент його вилучення з експлуатації [1]. На сьогоднішній день стандартом "де-факто" є спіральна модель ЖЦ, яка прийшла на зміну каскадній моделі та її модифікаціям [2]. Спіральна модель відображає об'єктивно існуючий ітераційний характер розробки та не має альтернатив в умовах неточної та неповної вхідної інформації, що характерно для проектів комплексної автоматизації підприємств.

Головним нормативним документом, що визначає склад процесів ЖЦ ПЗ, є міжнародний стандарт ISO 12207. Він регламентує склад та структуру

© В.І. Межуєв, М.В. Кудінов, Є.В.Тимошенко, 2013

процесів життєвого циклу ПЗ допускаючи їхню адаптацію до умов конкретного проекту та вибір моделі ЖЦ.

Структура та зміст інформаційного і програмного забезпечення в основному визначається вимогами до функцій (задач), що виконуються системою. При цьому вимоги до системи в цілому, так як і вимоги до видів забезпечення, виявляють головний вплив на архітектуру системи. Це дозволяє не враховувати такі вимоги при розв'язанні задач формалізації процесу моделювання предметної області.

Поряд з поняттям ЖЦ та стандартами, що визначають його структуру, для програмної інженерії велике значення мають сукупність принципів, термінів і категорій, що визначаються в літературі загальним терміном - підхід.

На сьогоднішній день у програмній інженерії існує два основних підходи до розробки ПЗ - структурний [1] та об'єктно-орієнтовний [3]. Методології і технології розробки програмних проектів, базуються на різних підходах, а тому спираються на різні системи понять та базові принципи, проте позбавлені принципових розбіжностей за структурою ЖЦ та основним змістом процесів.

Таким чином, для розробки технології колективного моделювання предметної області є доцільним:

- спиратися на ітераційний характер спіральної моделі ЖЦ;
- із всіх видів вимог, зумовлених стандартом, враховувати тільки вимоги до функцій, що виконує ПрО;
- застосовувати незалежні від підходу (структурного або об'єктно-орієнтованого) базові елементи структури ЖЦ та змісту його процесів.

### Колективне моделювання предметної області

Відповідно до ISO 12207 та спіральної моделі ЖЦ початковим етапом програмного проекту є аналіз системних вимог, основна суть якого - виявлення, класифікація та формалізація інформації про всі аспекти ПрО, що впливають на властивості кінцевого результату проекту.

Найбільш важливим елементом аналізу є моделювання предметної області. Така модель є сукупністю виконаних у певній нотації діаграм, структурованих специфікацій, які описують елементи ПрО (наприклад, процеси та структури даних при використанні методів структурного підходу), а також перелік документів ПрО, які є першоджерелом інформації, поданої в діаграмах та специфікаціях [2].

"Класична" структурна схема процесу моделювання предметної області, яка узагальнює положення існуючих методологій [4] та зображена в термінах структурного підходу, приведена на рис. 1.

Побудова функціональної моделі "як є" дозволяє зібрати та представити у формалізованому виді інформацію про існуючий стан ПрО, після чого потрібне переосмислення складу і технології бізнес-процесів [5] з врахуванням її комплексної автоматизації, що приводить до побудови моделі "як треба".

На основі функціональної моделі "як треба", виконується побудова концептуальної моделі даних (КМД). При використанні об'єктно-орієнтованих методів замість КМД будується модель класів, що не змінює суті самого процесу.

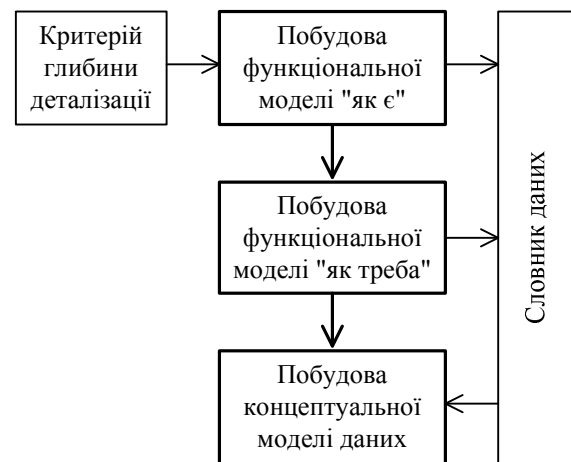


Рисунок 1 - Узагальнена схема процесу моделювання предметної області

При цьому важливо одержати формалізовані, функціонально повні та концептуально цілісні результати, які дозволять кількісно оцінити та спланувати подальшу роботу, а також нададуть повну та несуперечливу інформацію для проектування та верифікації розроблювальних рішень.

Створення програмного проекту в предметній області великої розмірності є паралельно-последовною роботою колективу, для якої велике значення має черговість реалізації елементів (підсистем). У результаті моделювання необхідно виявити елементи предметної області, які призначені для першочергової реалізації у вигляді проектних рішень, і представити інформацію о ПрО у вигляді, придатному для формальної оцінки взаємної залежності елементів майбутньої системи. З цього погляду основними властивостями моделі ПрО є:

- формалізоване подання;
- достатність даних для планування проекту та створення архітектури системи;
- функціональна повнота;
- логічна цілісність.

Властивість функціональної повноти означає, що в моделі предметної області повинні бути відображені

всі функціональні та інформаційні елементи, а також їхні зв'язки, що мають місце в дослідженій ПрО. Виконання даної вимоги на етапі моделювання ПрО визначає функціональну повноту результатів усього проекту.

На сьогоднішній день не існує формальних методів, які гарантують досягнення даної властивості або формальних методів верифікації, які дозволяють строго її перевірити. Однак існуючі методи пропонують формалізовані в різному ступені підходи та прийоми для зниження ризиків, пов'язаних з невиконанням даної вимоги.

Найважливішим елементом таких прийомів є пошук базового джерела (джерел) інформації о ПрО, що гарантує повне її покриття. Наприклад, один із прийомів пропонує формально аналізувати іменники та дієслова в технологічних нормативних документах.

Однак, як правило, на підприємстві не існує єдиного функціонально повного комплексу нормативних документів, які можна було б проаналізувати в такий спосіб. Більш зручним є підхід, який полягає у виборі в якості початкового джерела інформації для побудови моделі "як є", документів, які регламентують організаційну структуру підприємства (або його частини): устав організації, штатний розклад, положення про керування (відділів, секторів), посадові інструкції. Такий підхід дозволяє:

- виконувати початкову декомпозицію моделі "як є" відповідно до області відповідальності і компетентності керівників та експертів предметної області, які є співробітниками окремих підрозділів організаційної структури;

- верифікувати початковий стан моделі відповідно гарантовано повному набору документів, що дозволяє забезпечити функціональну повноту моделі "як є", на основі якої відбуватиметься і верифікація модель "як треба".

Властивість логічної цілісності означає відсутність суперечностей у системі понять та їхньої інтерпретації, єдність синтаксичного та семантичного змісту різних елементів моделі, однорідність рівня деталізації і т.п. Логічна цілісність результатів аналізу визначає логічну цілісність усього проекту. Традиційним способом забезпечення логічної цілісності є глосарії та процедури їхнього ведення, які дозволяють накопичувати використовувані поняття (терміни, об'єкти і т.п.) та вчасно вирішувати протиріччя в їхній інтерпретації [3]. Крім того, в умовах великої розмірності проекту типовим підходом є виявлення загальносистемних (найбільш значимих) елементів, кількість яких істотно менше загальної кількості елементів, що дозволяє знизити сукупну складність об'єктів, які одночасно аналізуються та проектуються. У подальшому, загальносистемні елементи проектуються та реалізуються в першочерговому порядку й надаються для паралельно-последовної

розробки інших елементів системи у якості попередньо визначеного ядра, обов'язкового до використання, а це дозволяє забезпечити логічну цілісність результатів проекту.

Модель ПрО має дві основні складові - функціональну та інформаційну, елементами яких є процеси та структури даних. За черговістю побудови моделей методології підрозділяються на процедурно-орієнтовані та інформаційно-орієнтовані [5]. Застосування процедурно-орієнтованих методологій при моделюванні ПрО в проектах розробки автоматизованих інформаційних систем є переважним по наступним причинам:

- організація вихідної інформації на підприємствах (нормативні документи, знання експертів) робить можливим первинний процес функціонального моделювання, на основі результатів якого можуть виявлятися й формалізуватися інформаційні елементи;

- функціональні моделі мають більшу інтуїтивну зрозумілість для експертів предметної області, аніж інформаційні моделі;

- функціональні моделі, на відміну від інформаційних, є ієрархічними, що дозволяє розробляти та розглядати їх на різних рівнях абстракції, опускаючи несуттєві подробиці.

Однак перевага процедурно-орієнтованих методологій не визначає пріоритету функціональної складової ПрО стосовно інформаційної. Пріоритет інформаційної складової в процедурно-орієнтованій (за черговістю побудови моделей) методології означає, що основною метою функціонального моделювання є виявлення інформаційних об'єктів. При комплексній автоматизації ПрО такий підхід є кращим, оскільки часто інформаційний аспект є більше стабільним протягом усього ЖЦ системи та має меншу розмірність, чим функціональний. Ця теза знайшла відображення в різних методологіях розробки програмних систем. Наприклад, JSD, яка є інформаційно-орієнтованою методологією, DATARUN, що відноситься до групи процедурно-орієнтованих методологій. Обидві методології віддають пріоритет виявленню та детальному проектуванню інформаційних об'єктів предметної області, забезпечуючи на їхній основі логічну цілісність менш стабільних і більше численних функціональних елементів. Пріоритет та більша стабільність інформаційних об'єктів у порівнянні із процесами широко відображена у роботах Дж.Мартіна [6], Дж.Хаббарда [7], Е.З.Зиндера [8].

Висока складність об'єктів автоматизації та вимоги щодо мінімізації часу розробки в умовах конкуренції визначають колективний характер робіт, починаючи з обстеження й моделювання предметної області.

Для одержання результатів моделювання, що наділені зазначеними вище властивостями, в умовах великої розмірності ПрО та колективної роботи

аналітиків, необхідно сформулювати вимоги до технології колективного моделювання. Загальна схема колективної роботи показана на рис. 2.

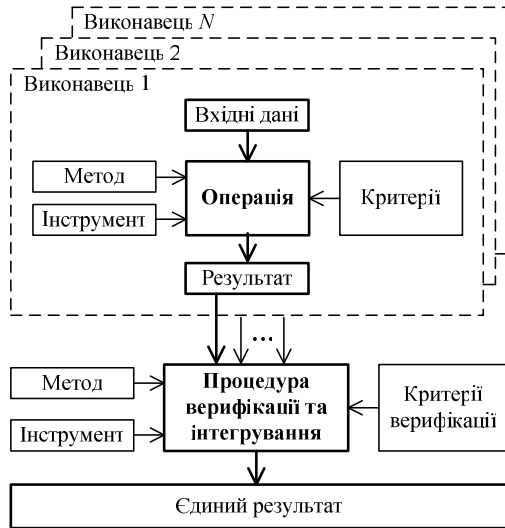


Рисунок 2 - Загальна схема колективної роботи

Однотипні операції одночасно виконуються різними виконавцями. При цьому є необхідним єдиний результат, для чого реалізуються спеціальні процедури верифікації та інтеграції окремих результатів. Для забезпечення логічної цілісності результатів колективної роботи необхідно, щоб всі виконавці виконували однотипні операції, використовуючи єдині методи (методики), критерії, інструменти. Колективний характер роботи висуває підвищені вимоги до рівня формалізації використовуваних методів і критеріїв, оскільки рівні кваліфікації та досвід окремих аналітиків, які працюють у колективі, в загальному випадку, сильно відрізняються, а якість єдиного результату залежить від його окремих складових.

На рис. 3 показаний процес колективного моделювання, а також основні питання (глибина, повнота, розмірність), які вимагають розв'язання в умовах великої розмірності та колективної роботи.

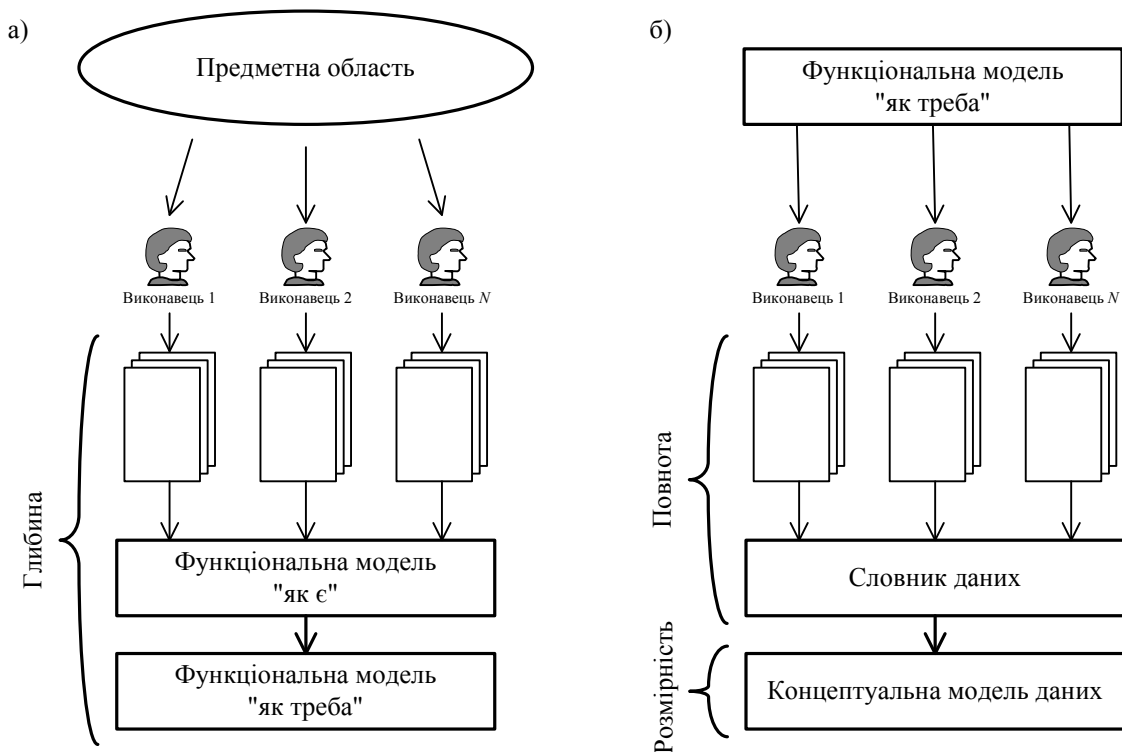


Рисунок 3 – Колективне моделювання: а) функціональне моделювання; б) інформаційне моделювання

Важливим питанням колективної побудови функціональної моделі є ступінь, або глибина її деталізації, що, з одного боку, забезпечить збір

необхідної інформації для переходу до наступних етапів проекту, а, з іншого боку, буде запобігати

непродуктивним витратам ресурсів при самому моделюванні.

При колективному виявленні інформаційних об'єктів ПрО виникає завдання контролю повноти їхнього складу, тому що необхідно перевірити, чи дійсно вони покривають всі первинні дані ПрО та можуть бути основою для проектування програмної системи.

При побудові КМД в умовах великої розмірності ПрО виникає завдання обмеження розмірності моделі. Це необхідно, тому що сукупна складність взаємозалежних сутностей при збільшенні їхнього числа нелінійно зростає. У рамках спіральної моделі ЖЦ, замість моделювання ПрО "цілком", у повному обсязі, можливо та доцільно застосувати ітераційний процес моделювання, обмежуючи область розгляду тільки значимими для даної ітерації елементами, а також зберігаючи на кожному витку логічну цілісність моделі.

Таким чином, колективний характер роботи та більша розмірність ПрО пред'являють наступні додаткові вимоги до методів колективного моделювання, щоб їх можна було використати в складі промислових технологій розробки програмних систем:

1. Забезпечити необхідний і достатній рівень деталізації функціональної моделі при її колективній побудові.

2. Забезпечити повноту складу інформаційних об'єктів моделі предметної області.

3. Забезпечити обмеження розмірності КМД при збереженні її логічної цілісності.

Перша вимога спрямована на обмеження складності колективного моделювання при збереженні достатньої повноти результатів.

Друга вимога спрямована на забезпечення якості програмного проекту й зниження впливу на нього кваліфікації конкретних розроблювачів, що дуже важливо для промислових технологій.

Третя вимога спрямована на обмеження складності моделювання даних в умовах великої розмірності ПрО, а також на забезпечення логічної цілісності, як результатів моделювання предметної області, так і результатів наступних етапів проекту.

#### **Висновки та перспектива подальшого дослідження**

Отже, у рамках розглянутої науково-технічної проблеми найбільш важливим є розв'язання задач, спрямованих на формалізацію методів обстеження та моделювання предметної області, оскільки ці етапи багато в чому визначають якість результатів усього проекту. До методів колективного моделювання, які застосовуються у складі промислових методів розробки програмних систем, пред'являються наступні вимоги:

- забезпечити необхідний і достатній рівень деталізації функціональної моделі при її колективній побудові;

- забезпечити повноту складу інформаційних об'єктів моделі предметної області;

- забезпечити обмеження розмірності КМД при збереженні її логічної цілісності.

З огляду на це, у подальшому доцільно провести аналіз існуючих методів моделювання ПрО, щоб з'ясувати у якій мірі вони задовольняють представленим вище вимогам.

#### **Література**

1. *Вендров А.М.* Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: учеб. пособие. / А.М. Вендров. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 544 с.
2. *Калянов Г.Н.* CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). / Г.Н. Калянов. - М.: Лори, 1996. - 242 с.
3. *Буч Г.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. / Г. Буч. - 3-е изд. перераб. и доп.; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2008. - 720 с.
4. *Томашевський В.М.* Моделювання систем. / В.М. Томашевський - К.: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с.
5. *Липаев В.В.* Программная инженерия. Методологические основы: учеб. пособие. / В. В. Липав. - М.: ТЕИС, 2006. - 608 с.
6. *Мартин Дж.* Планирование развития автоматизированных систем. / Дж. Мартин; пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1984. - 196 с.
7. *Хаббард Дж.* Автоматизированное проектирование баз данных. / Дж. Хаббард; пер. с англ. - М.: МИР, 1984. - 294 с.
8. *Зиндер Е.З.* Бизнес-реинжиниринг и технологии системного проектирования: учеб. пособие. / Е.З. Зиндер. - М.: Центр информационных технологий, 1996. - 236 с.
9. *Соммервиль И.* Инженерия программного обеспечения / И. Соммервиль. - 6-е изд. перераб. и доп.; пер. с англ. - М.: Вильямс, 2002. - 624 с.
10. *Брукс Ф.* Мифический человек-месяц или как создаются программные системы. / Ф. Брукс. - 3-е изд. перераб. и доп.; пер. с англ. - М.: Символ-Плюс, 2006. - 304 с.

**Межуев В.И., Кудинов Н.В., Тимошенко Е.В.** Коллективный подход к моделированию предметных областей средствами программной инженерии. Определены основные правила создания технологии моделирования предметных областей, которая поддерживает коллективный подход в разработке концептуальных моделей. Сформулированы требования к методам программной инженерии, которые используются в этой технологии.  
**Ключевые слова:** информационное моделирование, компьютерное моделирование, концептуальная модель, предметная область, программная инженерия, функциональное моделирование.

---

**Vitaliy Mezhujev, Nikolay Kudinov, Yevhen Tymoshenko.** Team approach to application domains modeling by means of software engineering. Basic principles of the creation of application domains modeling technology which supports team approach in the development of conceptual models have been determined. The requirements to the methods of software engineering used in the given technology have been stated.

**Key words:** information modelling, computer simulation, conceptual model, application domain, Software Engineering, functional simulation

Рецензент д.т.н., професор Альошин Г.В. (УкрДАЗТ)

*Поступила 14.02.2013г*