

УДК 681. 3.07

П.П. Маслянко

СИСТЕМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Вступ

Теоретичною основою сучасної методології системного проектування інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) є фундаментальні положення системного аналізу і теорії систем [1–5]. Зокрема, серед методологічних проблем системного проектування ІКС слід виділити такі, як визначення граничних властивостей і характеристик об'єкта інформатизації, формалізація задач системного проектування ІКС та вибір і обґрунтування потрібної технології інформатизації організаційної системи (Орг.С).

Нормативно-правове регулювання у сфері інформаційних відносин викладене в публікації [6]. Але ряд важливих міжнародних стандартів стосовно проектування ІКС ще не гармонізовано в Україні. Істотно, що два класи міжнародних стандартів — на SE (System Engineering) і на SW (Software Engineering), які розвивалися паралельно, чітко стиковані між собою в рамках цих документів. І справа полягає не тільки в тому, що зазначені нормативні документи (НД) добре взаємоузгоджені за основними поняттями і принципами, але й в тому, що дуже важливо, що такі, здавалося б, “чисто технічні” області, як створення програмного забезпечення (SW-процеси), регламентовані стандартами, які безпосередньо потребують їх спільного застосування із стандартами на процеси системного проектування (SE-процеси) [7].

У зв'язку з різними визначеннями поняття “система” [7] доцільно розглядати і визначення системного проектування, що, згідно з INCOSE (International Council on Systems Engineering) (одним з розробників нових стандартів), є міждисциплінарним підходом і засобами, які сприяють створенню ефективних систем.

Системне проектування (тлумачення INCOSE) — це дисципліна розробки продуктів або процесів на основі концепції систем. Воно фокусується на визначенні потреб замовника і необхідних функцій системи, установленні вимог, виконанні конструкторського синтезу і атестації з узгодженням як бізнес-аспектів, так і технічних аспектів даної задачі. Системне про-

ектування інтегрує необхідні дисципліни і групи фахівців в одну команду протягом усього життєвого циклу розробки (розвитку) проекту інформатизації Орг.С.

Тут і надалі під визначенням “інформатизація організаційних систем” будемо розуміти необхідну і достатню множину правових, організаційних, економічних, наукових і науково-технічних рішень та процесів, спрямованих на створення інформаційно-комунікаційних систем з метою задоволення інформаційних потреб, забезпечення і автоматизації бізнес-процесів, підтримки прийняття рішень та підвищення ефективності керування Орг.С із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [8–10]. Таке формування поняття “інформатизація” стосовно Орг.С дає змогу значно точніше визначити складові процеси інформатизації та формалізувати критерії класифікації ІКС:

- множину правових, організаційних, економічних, наукових і науково-технічних рішень, процесів та ресурсів;
- бізнес-процеси інформатизації Орг.С за допомогою ІКТ протягом всього життєвого циклу ІКС, обмеження та правила реалізації інформатизації;
- клас ІКС для задоволення інформаційних потреб, клас ІКС для забезпечення і автоматизації бізнес-процесів та клас ІКС для підтримки прийняття рішень і підвищення ефективності керування Орг.С за ознаками власне мети інформатизації.

Спираючись на наведені висновки, з точки зору системного проектування ІКС ми пропонуємо таке визначення: “Інформаційно-комунікаційна система — це множина сутностей і обумовлених зв'язків між ними, яка забезпечує досягнення мети інформатизації Орг.С” [7]. Це визначення дозволяє систематизувати складові інформатизації Орг.С в чотири класи сутностей:

- клас сутностей, які описують мету інформатизації, що може бути поділена на окремі частини і співвідноситись з окремими бізнес-процесами;
- клас сутностей, який описує бізнес-процеси інформатизації як види діяльності Орг.С, що змінюють стан ресурсів відповідно з бізнес-правилами;
- клас сутностей, який описує необхідні ресурси інформатизації у вигляді різних субстанцій, що використовуються або беруть участь у бізнес-процесах (персонал, матеріали, інформація, окремі продукти);

- клас сутностей, який описує бізнес-правила інформатизації у вигляді умов або обмежень на виконання певних бізнес-процесів.

Сучасні підходи до системного проектування на всіх етапах життєвого циклу ІКС ґрунтуються переважно на методологіях SADT (Structured Analysis and Design Technique) – методології системного структурного аналізу і проектування систем та методологіях об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування.

Найбільш поширені два класи методів системного проектування:

- клас методів, які ґрунтуються на методології системного структурного аналізу і проектування, тобто методи SADT і IDEF0, IDEF3, DFD, ERM, IDEF1X та ін.

- клас методів, які ґрунтуються на методології об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування, тобто методи Ericsson-Penker [3] і метод, реалізований у технології Rational Unified Process (RUP) [11].

Другий клас ґрунтується на використанні UML (Unified Modeling Language) – мови графічного моделювання бізнес-процесів. Слід зазначити, що хоча UML і була започаткована для моделювання програмних систем, але її застосування для проектування інформаційно-

комунікаційних систем у повному обсязі стало можливим лише завдяки наявності в UML механізмів розширення (стереотипів) [12].

Постановка задачі

Мета статті – з позицій системного проектування проаналізувати основні типи процесів інформатизації, проблеми вибору і налаштування класу сутностей “процеси”, які описують бізнес-процеси інформатизації як види діяльності Орг.С і які змінюють стан ресурсів відповідно до бізнес-правил, на основі профілю Ericsson-Penker.

Бізнес-процеси інформатизації організаційних структур

Спираючись на визначення понять “інформатизація” та “ІКС як сукупність сутностей інформатизації”, можна створювати модель власне самої інформатизації Орг.С як системи діаграм з використанням графічної мови моделювання, наприклад нотації UML.

Метамодель системного проектування ІКС в нотації UML з використанням профілю Ericsson-Penker показано на рис. 1 [13–15].

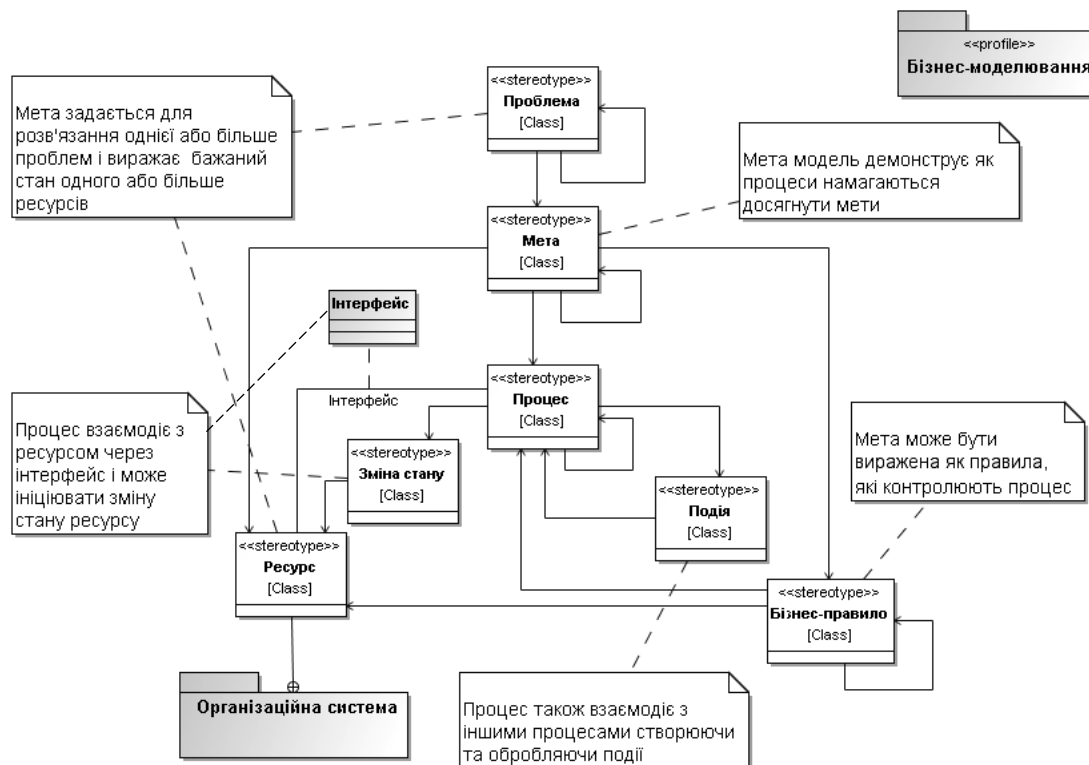


Рис. 1. Метамодель системного проектування ІКС у профілі Ericsson-Penker. Діаграма класів у нотації UML

Процеси ітеративні і водопадні

Процес розробки (development process) вважається як упорядкований, достатній і функціонально повний ряд робіт з розробки проєктів інформатизації організаційних систем із заданими показниками ефективності. Тут і надалі під визначенням "організаційна система" будемо розуміти множину сутностей (мету діяльності, бізнес-процеси, бізнес-правила, персонал і ресурси), необхідну і достатню для проведення певної діяльності.

Як критерій поділу процесів розробки проєктів інформатизації на водопадні (послідовні) та ітеративні береться критерій поділу проєкту на частини [16].

При організації робіт з розробки проєктів інформатизації за типом водопаду проєкт поділяється на основі виду робіт. Це фактично мережевий графік окремих робіт з виконання проєкту інформатизації, який передбачає послідовне їх виконання. Однак водопадний процес має певні недоліки: що в результаті виконання чергового етапу або фази проєкту виконавець повинен передати замовнику повністю закінчену частину проєкту інформатизації, що не завжди вдається зробити, особливо при виконанні середніх і великих проєктів. Як правило, при проведенні подальших етапів з'являється необхідність в доопрацюванні попередніх етапів, а для цього потрібні додаткові кошти, не передбачені бюджетом проєкту інформатизації.

При застосуванні ітеративного стилю проєкт поділяється на частини на основі функціональності проєкту інформатизації. На першому етапі виконання проєкту шляхом кількох ітерацій розробки забезпечується зафіксована частина функціональності проєкту. Одна ітерація передбачає виконання аналізу, проєктування, реалізацію і розгортання. Одна або кілька послідовних ітерацій на першому етапі дозволяє отримати першу версію проєкту інформатизації із зафіксованою частиною функціональності. На наступних етапах проводиться повний аналіз результатів, вносяться поправки і зміни, додаються нові функції, і процес аналізу, проєктування, реалізації і розгортання повторюється до повного завершення проєкту інформатизації.

Одна з істотних переваг ітеративного процесу перед водопадним полягає в можливості постійного контролю і вдосконаленні процесу розробки на всіх етапах. При цьому на кожному етапі і замовник, і розробник отримують версію проєкту інформатизації, мають змогу

вносити в нього зміни і своєчасно приймати необхідні рішення.

На рис. 2 показано структурну схему ітеративного процесу і співвідношення фаз розробки, стадій моделювання та ітерацій розробки проєктів інформатизації [5]. Тут стадії моделювання співвідносяться з ітеративним процесом розробки і його фазами: початком, розвитком, конструюванням і переходом. На кожному етапі виконання проєкту всі ці фази ідуть одна за одною, при цьому кожна з них вміщує в собі від однієї до кількох ітерацій. У кожній ітерації окремі частини проєкту проходять шлях від аналізу до розгортання з різною швидкістю. Ступінь завершеності етапу визначається встановленою функціональністю версії проєкту.

Ітеративні процеси і їх сучасні модифікації на сьогодні домінують на світовому ринку процесів розробок ІКС. Тим не менше, практика свідчить і про певні обмеження в застосуванні ітеративних процесів.

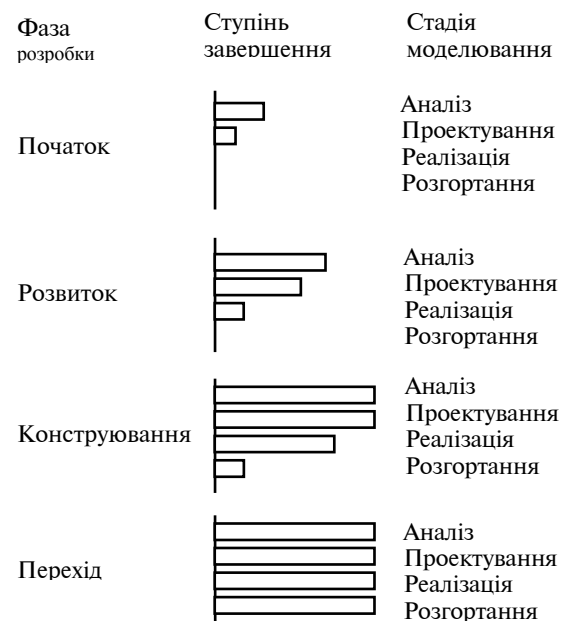


Рис. 2. Структурна схема ітеративного процесу і співвідношення фаз розробки, стадій моделювання та ітерацій розробки проєктів інформатизації

Якщо умовно розділити проєкти інформатизації Орг.С на три класи за критерієм поділу Орг.С на малі або локальні, середні або регіональні і великі або глобальні, то можна однозначно стверджувати, що ітеративні процеси практично в повному обсязі працюють при проєктуванні малих або локальних проєктів, працюють при певних, іноді істотних, обмеженнях і налаштуванні при проєктуванні се-

редніх або регіональних проектів та практично не працюють у класичному вигляді при проектуванні глобальних проектів інформатизації. Аналіз особливостей застосування ітеративних процесів при виконанні цих класів проектів інформатизації показує, що:

- водопадні та ітеративні процеси розробки були з самого початку зорієнтовані на розробку виключно програмних систем і, природньо, не враховували особливостей розробки і складових проектів інформатизації Орг.С в цілому;

- для середніх і великих проектів поділ проекту інформатизації за функціональною ознакою не завжди виправданий з економічної точки зору. Якщо чергова версія програмної системи може бути змінена і доопрацьована на наступному етапі без додаткових фінансових витрат, то закуплене апаратне забезпечення і розроблені загальносистемні рішення для реалізації визначеної групи функцій змінити і доопрацювати неможливо, його можна тільки замінити, що тягне за собою великі додаткові фінансові витрати;

- для середніх і великих проектів поділ проекту інформатизації за функціональною ознакою не передбачає виділення загальносистемних рішень, які потрібні для реалізації функціональних характеристик.

Таким чином, застосування ітеративних процесів для проектування середніх і великих проектів інформатизації потребує інших підходів та істотного вдосконалення. Одним із таких підходів може бути застосування системного аналізу і теорії систем для визначення іншого критерію поділу проектів інформатизації на частини не за функціональною ознакою, а за загальносистемними ознаками. В такому випадку прикладна функціональність базується на реалізації необхідних загальносистемних рішень.

Ітеративний процес із загальносистемним критерієм поділу проекту інформатизації на частини забезпечує:

- поділ проекту на загальносистемні частини, які реалізують визначені групи функцій і, таким чином, забезпечують максимально обґрунтований поділ проекту на етапи;

- врахування всіх сутностей проекту інформатизації;

- масштабованість і розширюваність проекту від ітерації до ітерації в межах одного етапу та при переході від етапу до етапу;

- зберігання загальносистемних рішень попередніх ітерацій і етапів для подальших ітерацій і етапів;

- незалежність процесів розробки і паралельну розробку окремих частин проекту інформатизації;

- інтеграцію окремих частин проекту інформатизації при переході від однієї версії до іншої;

- паралельну розробку необхідної документації з усіх видів забезпечення.

Ідея застосування системного аналізу і теорії систем для визначення системного критерію поділу проектів інформатизації на частини не за функціональною ознакою, а за загальносистемними ознаками передбачає формування відповідного документа і моделі проекту інформатизації. Таким документом може бути загальносистемна специфікація проекту інформатизації. Тут під визначенням “специфікація” ми розуміємо формалізований опис властивостей, характеристик і функцій об’єктів, компонентів, пакетів та способів і правил їх взаємодії в системі. Загальносистемна специфікація на весь проект інформатизації є власне моделлю системи інформатизації Орг.С. Така системна модель проекту інформатизації ще називається системним проектом.

Метасутності представлення системного проекту інформатизації в нотатії UML наведено в таблиці [5].

Представлення системної моделі проекту – це підмножина конструкцій графічної мови моделювання UML, яка відображає один із вибраних аспектів проекту інформатизації.

Метасутності відображають такі групи представлення системного проекту інформатизації:

- структурне представлення, яке описує системні сутності та їх співвідношення;

- динамічну поведінку, яка описує поведінку проекту інформатизації в часі;

- фізичне розміщення сутностей інформатизації в просторі;

- представлення керування системним проектом через поділ проекту на ієрархічні блоки – пакети.

Структурне представлення описує системні сутності та їх співвідношення. До структурного представлення входять статичне представлення, представлення проектування і представлення Use Case. Концепцію сутності в системі моделює класифікатор, який є окремою концепцією, що описує сутності проектів інформатизації, їх властивості, стан, поведінку, співвідношення, а також внутрішню структуру. До числа класифікаторів графічної мови моделювання UML належать класи, пакети і компоненти, інтерфейси, елементи Use Case, актори, вузли та кооперація.

Таблиця. Метасутності представлення і діаграми системного проекту в нотатції UML

Метасутність представлення систем	Представлення	Діаграма	Основна концепція
Структурна	Статичне представлення Представлення проектування	Діаграма класів Внутрішня структура Діаграма кооперації Діаграма компонентів	Клас, асоціація, узагальнення, залежність, реалізація, інтерфейс З'єднувач, інтерфейс, частина, порт, забезпечений інтерфейс, роль, інтерфейс на вимогу З'єднувач, кооперація, використання кооперації, роль Компонент, залежність, порт, забезпечений інтерфейс, інтерфейс на вимогу, підсистема
	Представлення Use Case	Діаграма Use Case	Актор, асоціація, розширення, включення, елемент Use Case, узагальнення елемента Use Case
Динамічна	Представлення скінчених автоматів Представлення діяльності	Діаграма автомата Діаграма діяльності	Завершення переходу, здійснення діяльності, ефект, подія, область, стан, перехід, тригер Дія, діяльність, потік керування, вузол керування, потік даних, виключення, область розширення, поділ, злиття, об'єктний вузол, контакт
	Представлення взаємодії	Діаграма послідовності	Специфікація входження, специфікація виконання, взаємодія, фрагмент взаємодії, операнд взаємодії, лінія життя, повідомлення, сигнал
Фізична	Представлення розгортання	Діаграма розгортання	Артефакт, залежність, маніфестація, вузол
Керування моделлю	Представлення керування моделлю	Діаграма пакетів	Імпорт, модель, пакет
	Профіль	Діаграма пакетів	Обмеження, профіль, стереотип, тегова величина

Динамічне представлення описує динамічну поведінку системи або окремого класифікатора в часі, тобто зміну стану системних сутностей у часі. Представлення динамічних моделей системи вміщує в собі скінченні автомати, представлення діяльності і представлення взаємодії.

Фізичне розміщення сутностей описує розміщення всіх ресурсів системи і розгортання на них артефактів. Фізичне розміщення описується представленням розгортання.

Представлення керування системним проектом відображає внутрішню організацію моделей системи з різних точок зору. Воно об'єднує всі необхідні представлення в єдину структуру, яка забезпечує керуваність і спостережуваність за ходом виконання проекту інформатизації.

Для розробки специфікації проекту інформатизації найважливішими класифікаторами, які описують взаємодію всіх інших сутностей, є пакет, клас, компонент та інтерфейс.

Метамодель представлення ітеративного процесу виконання проекту інформатизації Орг.С на всіх етапах життєвого циклу у вигляді діаграми пакетів зображено на рис. 3.

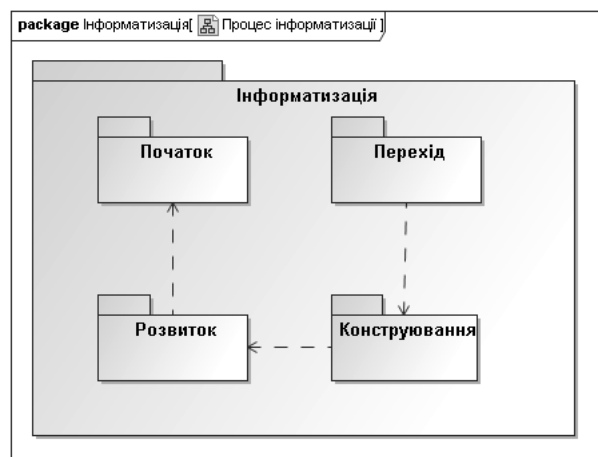


Рис. 3. Метамодель представлення ітеративного процесу виконання проекту інформатизації Орг.С. Діаграма пакетів у нотатції UML

Метамодель дозволяє формувати представлення проекту інформатизації на кожному етапі або фазі реалізації проекту, тобто на всіх стадіях життєвого циклу проекту інформатизації. Вона дає можливість розглядати представлення системного проекту залежно від типу ресурсів: ресурсів входу бізнес-процесу інформатизації, ресурсів виходу бізнес-процесу інформатизації, ресурсів виходу бізнес-процесу інформатизації та ресурсів реалізації, власне, самих бізнес-процесів.

На рис. 4 і 5 показано метамодель ітеративного процесу інформатизації Орг.С залежно від ресурсів входу бізнес-процесу інформатизації, ресурсів виходу бізнес-процесу інформатизації та ресурсів реалізації, власне, самих бізнес-процесів.

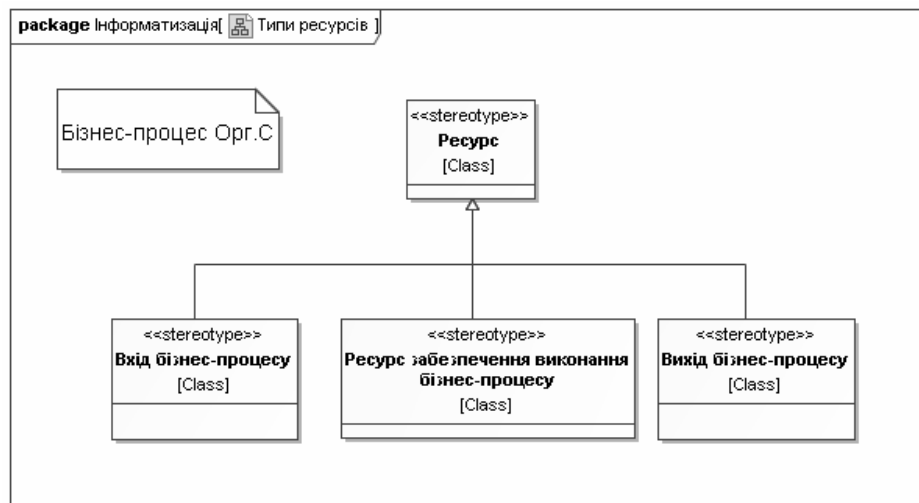


Рис. 4. Метамодель ітеративного процесу інформатизації Орг.С залежно від типу ресурсів. Діаграма класів у нотатції UML

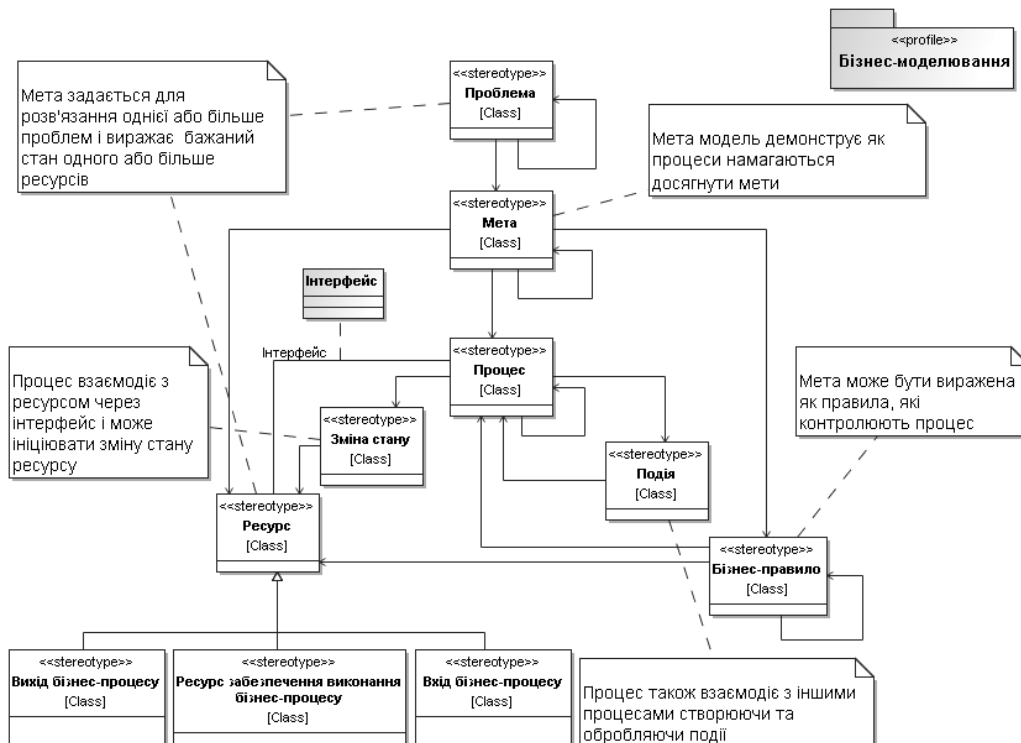


Рис. 5. Метамодель бізнес-моделювання проектів інформатизації Орг.С. Діаграма класів у нотатції UML

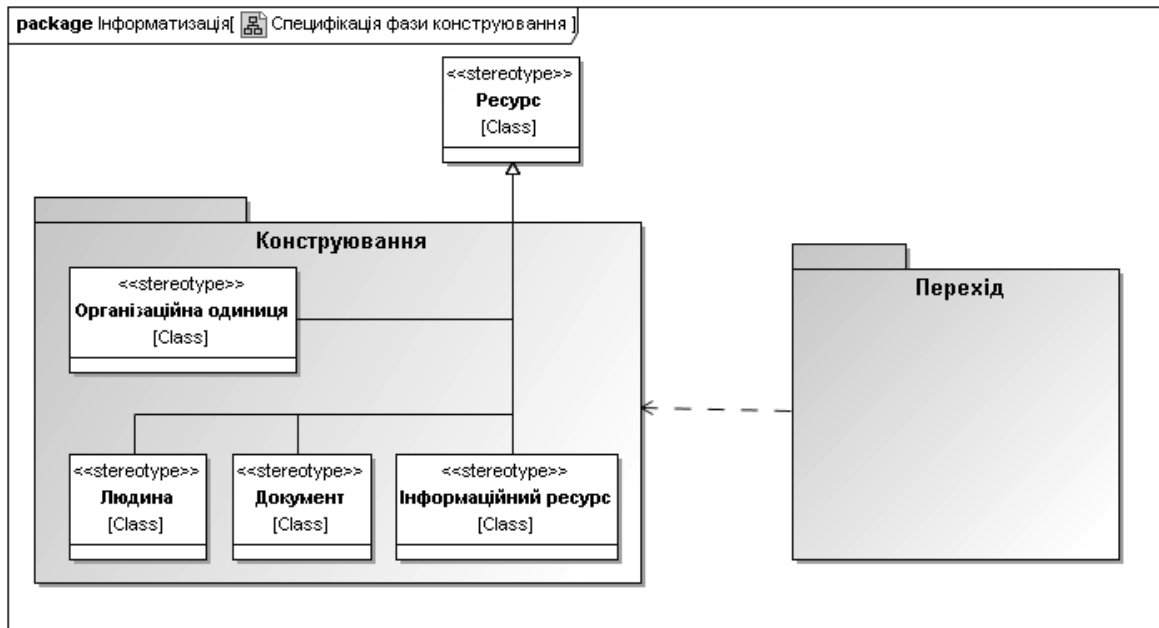


Рис. 6. Метамодель ітеративного процесу інформатизації Орг.С залежно від класу ресурсів інформатизації для фази конструювання проекту. Діаграма пакетів і відношень між ними в нотатції UML

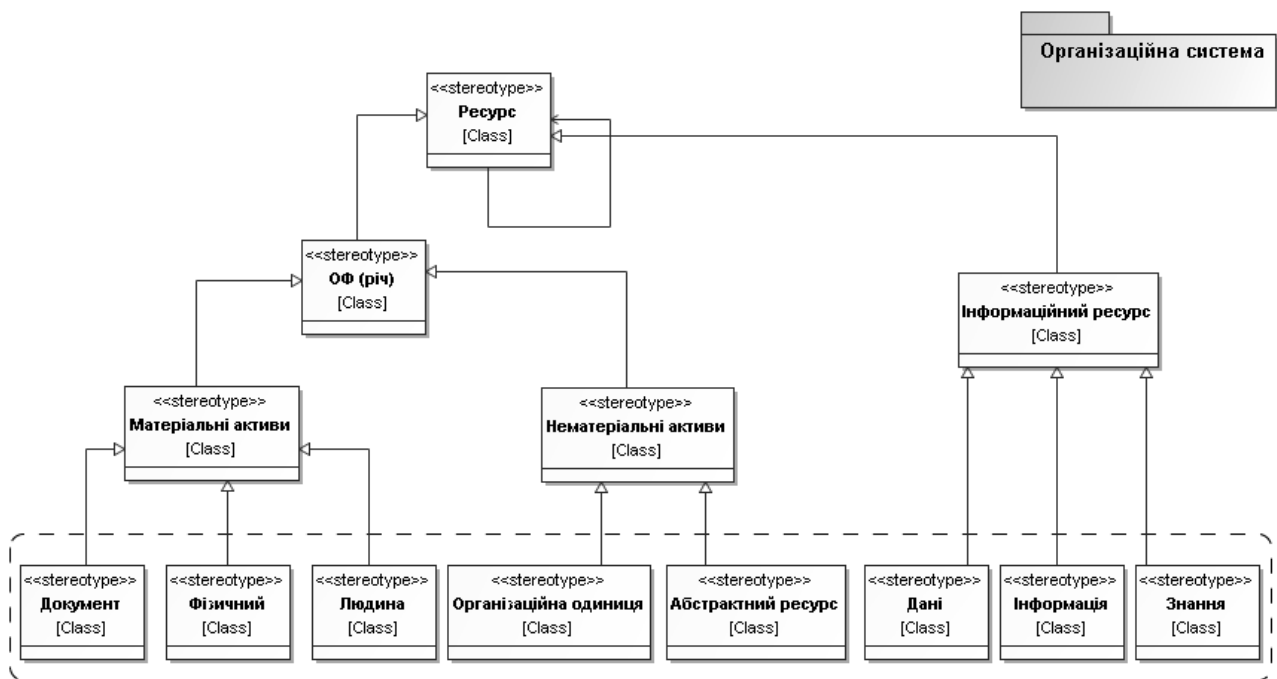


Рис. 7. Модель організаційної структури залежності від класів ресурсів. Діаграма класів в нотатції UML

На рис. 6 показано метамодель ітеративного процесу інформатизації Орг.С залежно від класу ресурсів інформатизації для фази конструювання проекту. Цю метамодель можна поширити і на представлення всіх інших етапів або фаз проекту інформатизації.

Для представлення організаційної системи на рис. 7 наводиться модель організаційної структури залежно від класів ресурсів та їх відношень, які однозначно відображають будь-яку організаційну структуру.

Висновки

Ідея застосування системного аналізу і теорії систем для визначення системного критерію поділу проектів інформатизації на частини не за функціональною ознакою, а за загальносистемними ознаками дозволяє істотно вдосконалити ітеративний процес інформатизації Орг.С і забезпечити представлення проекту інформатизації як системи всіх сутностей і відношень між ними. Таке представлення формується у вигляді загальносистемної специфікації проекту інформатизації.

Тут під визначенням “специфікація” розуміється формалізований опис властивостей, характеристик і функцій об’єктів, компонентів, пакетів та способів і правил їх взаємодії в системі.

Загальносистемна специфікація на весь проект інформатизації є власне моделлю системи інформатизації Орг.С.

Використання системного аналізу і теорії систем для визначення системного критерію поділу проектів інформатизації на частини не за функціональною ознакою, а за загальносистемними ознаками дозволяє застосувати ітеративний процес для реалізації середніх і великих проектів інформатизації Орг.С.

Ітеративний процес із загальносистемним критерієм поділу проекту інформатизації на частини забезпечує:

- поділ проекту на загальносистемні частини, які реалізують визначені групи функцій і, таким чином, забезпечують максимально обґрунтований поділ проекту на етапи;
- врахування всіх сутностей проекту інформатизації;
- масштабованість і розширюваність проекту від ітерації до ітерації в межах одного етапу та при переході від етапу до етапу;
- зберігання загальносистемних рішень попередніх ітерацій і етапів для наступних ітерацій і етапів;
- незалежність процесів розробки і паралельну розробку окремих частин проекту інформатизації;
- інтеграцію окремих частин проекту інформатизації при переході від однієї версії до наступної;
- паралельну розробку необхідної документації з усіх видів забезпечення.

Ітеративний процес із загальносистемним критерієм поділу проекту інформатизації на частини не накладає практично ніяких системних обмежень на застосування систем автоматизації проектування інформаційно-комунікаційних систем, які підтримують UML.

П.П. Маслянюк

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Предлагается и исследуется идея применения системного анализа и теории систем для определения системного критерия деления проекта информатизации на части не за функциональным признаком, а за общесистемными признаками, что позволяет существенно усовершенствовать итеративный процесс информатизации организационных систем и обеспечить представление проекта информатизации как системы всех сутностей и отношений между ними.

P.P. Maslyanko

THE SYSTEM DESIGN OF INFORMATIZATION PROCESSES

The study under consideration develops an idea of applying system analysis and theory to define the system criteria for portioning informatization projects, based not only on the functional parameters, but also on the common system parameters. The approach presented in the paper dramatically improves an iterative process of informatization organization systems.

1. *Згуровський М.З., Панкратова Н.Д.* Системний аналіз: проблеми, методологія, застосування. – К.: Наук. думка, 2005. – 743 с.
2. *Панкратова Н.Д.* Загальні тенденції та системні проблеми розвитку інформаційних технологій // Проб-

- леми управління та інформатики. – 1999. – № 1. – С. 59–68
3. *Ericsson H.-E., Penker M.* Business Modeling with UML: Business Patterns at work – Wileu Computer Publishing, 2000.

4. *Unified Modeling Language Specification, Version 2.0.* Object Management Group, Framingham, Mass., 2004. www.omg.org.
5. *Rumbaugh J., Jacobson I., Booch G.* The Unified Modeling Language Reference Manual, Second Edition, by Pearson Education, Inc.
6. *Згуровський М.З., Родіонов М.К., Жиляев І.Б.* Розвиток інформаційного суспільства в Україні. – К.: НТУУ “КПІ”, 2006. – 543 с.
7. *Маслянюк П.П.* Основні положення методологій системного проектування інформаційно-комунікаційних систем // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2007. – № 6. – С. 54–60.
8. *Маслянюк П.П.* Концепція інформатизації корпоративних структур // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2001. – № 3. – С.45–50.
9. *Маслянюк П.П.* Технология информатизации корпоративных структур. Ч.1 // Корпоративные системы. – 2001. – № 1. – С. 17–19.
10. *Маслянюк П.П.* Технология информатизации корпоративных структур. Ч.2 // Там же. – № 4. – С. 19–23.
11. *Кватрани Т.* Визуальное моделирование с помощью Rational Rose 2002 и UML / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003.
12. *Маслянюк П.П., Майстренко О.С.* Система моделювання бізнес-процесів організаційної структури // Праці XIII Всеукр. наук. конф. “Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики”. – Львів, 2006. – С. 103.
13. *Маслянюк П.П., Майстренко О.С.* Методології бізнес-моделювання організаційних структур // Вісник КУЕІТУ “Нові технології”. – 2007. – № 1-2 (15-16). – С. 175–180.
14. *Маслянюк П.П., Майстренко О.С.* Проблеми та задачі моделювання бізнес-процесів організаційної структури // Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. Володимира Даля. – 2007. – № 4. – С. 141–149.
15. *Маслянюк П.П., Майстренко О.С.* Моделювання бізнес-процесів організаційної структури // Там же. – 2007. – № 5. – С. 136–141.
16. *Fowler M.* UML Distilled: A Brief Guide to the Standart Objekt Modeling Language, Third Edition. – Copirigth, 2004. – 200 с.

Рекомендована Радою
факультету прикладної математики
НТУУ "КПІ"

Надійшла до редакції
27 грудня 2007 року