

## БАГАТОАСПЕКТНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЯК ЗАСІБ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

### Частина 1. Декомпозиція структур об'єкта та системи

Пропонується підхід до проектування архітектури територіально-розподілених, ієрархічно-організованих інформаційних систем, який, завдяки багатоаспектній декомпозиції організаційної структури та інформаційного поля функціональної діяльності об'єкта автоматизації і структури ідеалізованої інформаційної системи на складові елементи, дозволяє спроектувати необхідну за складом структурних компонентів архітектуру системи.

#### Вступ

Проектування архітектури програмної системи (програмного продукту, програмного забезпечення), як зазначено у міжнародному стандарті ISO/IEC 12207:1995-0801 “Information Technology – Software Life Cycle Processes” та гармонізованому з ним Державному стандарті України – ДСТУ 3918-1999 “Процеси життєвого циклу програмного забезпечення” [1], є однією з дій процесу розробки системи, що входить до складу основних процесів життєвого циклу програмного забезпечення. І хоча ця дія є одною з інших, теж дуже важливих дій, вона є чи не найголовнішою у процесі створення системи. І дійсно, після такої дії, точніше – етапу проектування архітектури системи, сама система постає вже у всій багатогранній структурній складності зі всіма зв'язками всіх її компонентів, що й визначає подальші дії з її створення. Від чого залежить архітектура системи? Перш за все – від територіальної і організаційної структури об'єкта автоматизації, від інформаційних процесів, що забезпечують діяльність об'єкта, від набору функціональних задач і ще від багатьох інших чинників, у тому числі і, не в останню чергу, від досвіду та напрацьованих технологій розробників системи.

Як правило, проектування будь-якої організаційної системи управління починається з дослідження об'єкта, яким ця система повинна керувати [2, с. 401]. У цій роботі мались на увазі автоматизовані системи управління (АСУ), побудові архітектури яких приділялось багато уваги. І хоча в той час політика держави у цій галузі бу-

ла єдина незалежно від відомчої підпорядкованості АСУ, через те що вони створювались у межах єдиної “Общегосударственной системы управления (ОГАС)”, та сприяла розробці універсальної технології побудови архітектури таких систем з залученням формальних методів, основним з методів її побудови залишались досвід та напрацьовані технології окремих колективів розробників систем, незважаючи на велику кількість літератури, присвяченої цій темі. Чому ті публікації не здійснили дійового впливу на практику побудови архітектур великих систем? Скоріш за все в них було мало практичної користі: або в тих публікаціях був описаний занадто загальний підхід, і без того зрозумілий і мало що даючий практичному конструктору, наприклад [3 – 6]; або занадто вузька їх спеціалізація, присвячена дуже конкретному питанню чи конкретній системі, наприклад [7 – 9]; або занадто багато теоретичних побудов та формалізації, яка не дозволила її тут з користю застосувати на практиці, наприклад [10 – 12]. В роботі [10, с. 27] навіть стверджується, що на практиці кожна інженерна дисципліна – чи вона торкається будівництва, механіки, хімії, електроніки а чи програмування – містить елементи і науки, і мистецтва (або досвіду і напрацьованих технологій). За даними в [13] у США тільки 16,2 % проектів інформаційних систем укладаються у бюджет та термін їхнього створення (53 % завершуються з перевитратою бюджету, а 31 % не завершуються у термін зовсім). Її автор цілком слушно зауважує, що причина тому, скоріше за все, неякісний системно-

технічний фундамент. Для запобігання цьому дуже важливо спочатку проробити питання архітектури (системно-технічної інфраструктури) і приступати до створення прикладної функціональності на цілісному фундаменті.

У своїй роботі автори спробували розвинути цю ідею, приділивши більше уваги прикладній функціональності та прикладній інфраструктурі, тому що в сучасних умовах базова системно-технічна інфраструктура стає все більш універсальною [13]. До того ж автори намагались уникнути вищеназаних недоліків попередніх публікацій та врахувати ще два суттєвих фактори, що додалися на початку 90-х років, щодо побудови систем – широкі побажання замовника системи та брак необхідних коштів на її створення (розробку архітектури, програмного забезпечення та придбання потрібної техніки) або дуже неритмічна їхня поява. Треба сказати, що побажання замовника мають тенденцію до частих змін, стрімкого нарощування функцій компонентів та вимог до швидкої їх реалізації, при тому що деякі вже реалізовані компоненти системи не використовуються, бо цілі замовника вже змінилися. У такій обстановці досить говорити про сталу архітектуру системи, коли конфігурація її весь час змінюється.

У роботі розглядається підхід до проектування архітектури великої інформаційної системи, якій притаманні ряд особливостей, використовуючи для цього декомпозицію об'єкта автоматизації (ОА) та абстрактного представлення про ідеалізовану інформаційну систему. Аналіз результатів такої декомпозиції і подальший синтез отриманих компонентів ідеалізованої системи у конкретну систему з урахуванням вимог і особливостей результатів аналізу компонентів (після декомпозиції) ОА, а також вимог керування конфігурацією системи дозволяє створити архітектуру розроблюваної системи, що максимально враховує і ідеологію побудови великих систем, і особливості функціонування конкретного об'єкта автоматизації.

З формальної точки зору будь-яка організаційна структура, наприклад, відомство як потенційний об'єкт автоматизації,

для якого створюється автоматизована інформаційна система (АІС) (саме ця мета і визначає точку зору на організаційну структуру як на ОА), може бути описана двома основними характеристиками: структурою ОА та інформаційним полем функціональної діяльності ОА.

Структура ієрархічно-організованих територіально-розподілених ОА, для яких саме і створюються сучасні територіально-розгалужені відомчі інформаційно-аналітичні системи (ВІАС), розглядається під двома кутами зору на архітектуру ОА, які визначають декомпозицію об'єкта за такими аспектами:

- територіальному, який враховує поділ структури ОА на організаційно-ієрархічні рівні, що в свою чергу поділяються на взаємодіючі, як по вертикалі, так і по горизонталі, структурні територіально-розподілені елементи – територіальні елементи ОА;
- організаційному, який враховує поділ ОА на ієрархічно підпорядковані структурні підрозділи в рамках територіальних елементів – організаційні елементи ОА.

Інформаційне поле функціональної діяльності ОА, у всякому разі в тій його частині, яку передбачається автоматизувати, з відповідною структуризацією лягає в основу створення динамічної інформаційної моделі об'єкта, на якій будуть вирішуватись інформаційні задачі функціональної діяльності, заради яких саме і створюється ВІАС. Структуризація цього поля відбувається шляхом декомпозиції ще в одному аспекті:

- функціональному, який враховує поділ інформаційного поля функціональної діяльності ОА на функціональні складові з подальшою їх дезагрегацією аж до окремих інформаційних задач, що й “накривають” все поле функціональної діяльності – функціональні елементи ОА.

Треба відмітити, що організаційний і функціональний аспекти декомпозиції узагальненого ОА можуть у деякій мірі корелювати. І дійсно, організаційний поділ відбувається не сам по собі, а під впливом і у відповідності до поділу поля функціональної діяльності ОА і може скластися думка, що це один і той же аспект, покладений на різні форми представлення об'єкта, але це

різні аспекти і при розробці ВІАС вони по різному впливатимуть на її архітектуру та функціональну частину, декомпозиція яких матиме свої, притаманні інформаційним системам, аспекти.

Територіально-розгалужену автоматизовану інформаційну систему з формальної точки зору теж можна описати двома основними характеристиками: структурою або архітектурою та набором інформаційно-аналітичних задач, що складають її функціональну частину. Структура сучасних територіально-розгалужених відомчих АІС, також розглядається під двома кутами зору на її архітектуру, які визначають декомпозицію системи за такими аспектами:

- територіальному, який враховує поділ АІС на архітектурно-ієрархічні рівні, що в свою чергу поділяються на взаємодіючі як по вертикалі, так і по горизонталі територіально розподілені складові компоненти – територіальні компоненти АІС;
- структурному, який враховує поділ АІС на ієрархічно вкладені структурні компоненти, в межах яких вирішуються так чи інакше згруповані інформаційно-аналітичні задачі – структурні компоненти АІС.

Набір інформаційно-аналітичних задач, що складають функціональну частину АІС, створюють динамічну інформаційну модель об'єкта, на якій і вирішуються інформаційні задачі функціональної діяльності ОА. Структуризація цього набору відбувається шляхом його декомпозиції ще в одному аспекті:

- функціональному, який враховує структурний поділ інформаційно-аналітичних задач функціональної частини інформаційної системи на функціональні складові з подальшою їх дезагрегацією аж до окремих інформаційних задач – функціональні компоненти АІС.

Подальші етапи проектування заключаються перш за все в послідовному розукрупненні (декомпозиції) отриманих описів на окремі блоки [2, стор. 402]. Декомпозиція [decomposition] – розбиття об'єкта обробки (задачі, програми, даних, системи) на структурні одиниці [14]. По кожному з аспектів декомпозиції розробник інформаційних систем стикається з множиною складних альтернатив реалізації. І чим бі-

льше альтернатив він зможе розглянути, тим більше ймовірність того, що йому вдасться забезпечити раціональну розробку [15, стор. 38].

Якщо кожному зі складових елементів декомпозиції ОА поставити у відповідність складовий компонент інформаційної системи, отриманий в результаті її декомпозиції, та певним чином ці компоненти композиціювати, то можна побудувати необхідну саме для цього об'єкта інформаційну систему (маються на увазі її архітектурний або структурний та функціональний аспекти). Розробка такої технології проектування архітектури при побудові ВІАС і є мета даної роботи. Для досягнення цієї мети треба перш за все провести декомпозицію ОА та абстрактної ідеалізованої інформаційної системи на складові компоненти за вищепереліченими аспектами.

### **1. Територіальний аспект декомпозиції структури ОА**

Схема структури багатьох організацій та установ, наприклад: міністерств, відомств, політичних партій, бізнесових об'єднань, банківських структур, промислових підприємств, громадських закладів тощо носять чітко виражену структуру граф-дерева. Елементи такої структури підпорядковуються один одному в залежності від ієрархічного рівня, на якому вони знаходяться, та територіально розподіляються по всьому терені держави. У якості ієрархічних рівнів можуть бути такі ланцюжки: для міністерств, відомств, банків, партій – центральний (орган, апарат, контора, відділення, комітет тощо), обласний, районний, місцевий елементи; для бізнесових структур – корпорація, трест, фірма, торговельний або обслуговуючий об'єкт (з урахуванням особливостей бізнесових процесів); для промислових підприємств – комбінат, завод, цех, лінія, ланка, робоче місце (з урахуванням потреб технологічних процесів та процесів управління) і так далі. В таких організаційних структурах процеси управління потребують формування та організації інформаційних потоків у двох напрямках. Оперативна, облікова та звітна інформація експортується від територіальних елементів (ТЕ) нижніх ієрархічних рів-

нів до територіальних елементів вищих рівнів для консолідації, обробки і передачі на ще більш вищі рівні, не завжди враховуючи ранжування (послідовну підпорядкованість) цих рівнів. Директивна й управлінська інформація експортується з вищих рівнів до нижчих, також не завжди враховуючи їхнє ранжування. Саме такі організаційно-територіальні структури, як потенційні об'єкти автоматизації для створення розвинутих автоматизованих інформаційно-аналітичних систем, і розглядаються у даній роботі.

Припустимо, що досліджуємий ОА має  $N$  ієрархічних рівнів, де перший рівень – найвищий. Тоді на цьому рівні знаходиться один центральний територіальний складовий елемент ОА. Позначимо його  $TE_1$ , а кількість їх на першому рівні –  $K_{TE_1} = 1$ . На другому рівні –  $TE_{i_2}$  ( $i_2 \in \{1, \dots, I_2\}$ ), а кількість –  $K_{TE_2} = I_2$ , на  $n$ -у рівні –  $TE_{i_n}$  ( $i_n \in \{1, \dots, I_n\}$ ,  $n \in \{1, \dots, N\}$ ), а  $K_{TE_n} = I_n$ , на  $N$ -у рівні –  $TE_{i_N}$  ( $i_N \in \{1, \dots, I_N\}$ ), а  $K_{TE_N} = I_N$ . Вся структура ОА  $S_{OA}^{ТАДО}$  при такому аспекті його декомпозиції складатиметься з  $K_{TE}$  – територіальних елементів та  $K_{ЗТЕ}$  – вертикальних (між елементами, що знаходяться на різних рівнях) зв'язків між ними:

$$S_{OA}^{ТАДО} \Rightarrow K_{TE} + K_{ЗТЕ}, \quad (1)$$

$$K_{TE} \Rightarrow \sum_{n=1}^N I_n, \quad (2)$$

$$K_{ЗТЕ} = K_{TE} - 1. \quad (3)$$

Це – територіальний аспект декомпозиції об'єкта (ТАДО), який полягає у поділі територіально розподіленої структури ОА за організаційно-ієрархічними рівнями на територіальні елементи та міжрівневі зв'язки між ними. Кожний з цих елементів рівноправний з точки зору розміщення на них складових компонентів ВІАС певного рівня.

## **2. Організаційний аспект декомпозиції територіального елемента ОА**

Організаційний аспект декомпозиції

об'єкта (ОАДО), полягає у поділі територіального елемента ОА на ієрархічно вкладені організаційні елементи (структурні підрозділи). Наприклад, для територіального елемента першого (найвищого) організаційно-ієрархічного рівня міністерства або відомства така декомпозиція приведе до наступного ланцюжку ієрархічно вкладених організаційних елементів по ступенях – центральний апарат (президія, колегія), управління (департамент), відділ (підвідділ, сектор), група тощо.

Припустимо, що досліджуємий ТЕ ОА має  $R$  ієрархічних ступенів, де перший ступінь – найвищий. Тоді на ньому знаходиться один центральний організаційний елемент. Позначимо його  $OE_1$ , а кількість їх на цьому ступені –  $K_{OE_1} = 1$ . У даному разі  $TE_1$  та  $OE_1$  це один і той же елемент, що розглядається у двох аспектах. На другому ступені –  $OE_{j_2}$  ( $j_2 \in \{1, \dots, J_2\}$ ), а кількість –  $K_{OE_2} = J_2$ , на  $r$ -у ступені –  $OE_{j_r}$  ( $j_r \in \{1, \dots, J_r\}$ ,  $r \in \{1, \dots, R\}$ ), а  $K_{OE_r} = J_r$ , на  $R$ -у ступені –  $OE_{j_R}$  ( $j_R \in \{1, \dots, J_R\}$ ), а  $K_{OE_R} = J_R$ . Вся структура ТЕ  $S_{TE}^{ОАДО}$  складатиметься з  $K_{OE}$  організаційно-структурних елементів та  $K_{ЗОЕ}$  вертикальних зв'язків між ними:

$$S_{TE}^{ОАДО} \Rightarrow K_{OE} + K_{ЗОЕ}, \quad (4)$$

$$K_{OE} \Rightarrow \sum_{r=1}^R J_r, \quad (5)$$

$$K_{ЗОЕ} = K_{OE} - 1. \quad (6)$$

Кожний структурний підрозділ  $r$ -го ( $r \in \{1, \dots, R\}$ ) ступеня декомпозиції складається з кількох підрозділів  $(r + 1)$ -го ступеня і так далі аж до окремих робочих місць. Кількість таких місць  $M$  залежить не від кількості ступенів декомпозиції  $R$  організаційно-структурного елемента ОА і не від їх кількості у підрозділах на кожному  $r$ -у ступені декомпозиції  $M_r$ , а від кількості місць у підрозділах на самому нижньому  $R$ -у ступені декомпозиції:  $M = M_R$ .

Саме на цих місцях у залежності від

функціональної та організаційної необхідності можуть бути встановлені робочі станції (РС) з відповідними АРМ, на яких будуть вирішуватись функціональні задачі АІС для підтримання її та її БД у робочому стані, а не тільки для отримання довідкової інформації, на що орієнтовані РС інших ступенів декомпозиції.

### 3. Функціональний аспект декомпозиції виробничої діяльності ОА

Функціональний аспект декомпозиції об'єкта (ФАДО), точніше – його виробничої діяльності, полягає у поділі всього обсягу (кола) функціональних задач (ФЗ), направлених на автоматизацію інформаційних процесів, що складають поле функціональної (виробничої) діяльності (ПФД) ОА, і відбувається у відповідності до структури граф-дерева, як і попередні аспекти декомпозиції. Теоретично така структура може мати довільну кількість –  $S$  ступенів декомпозиції, де групи ФЗ  $s$ -го ( $s \in \{1, \dots, S\}$ ) ступеня декомпозиції складаються з більш чисельних груп задач  $(s+1)$ -го ступеня і так далі аж до окремих задач. Зупинимось на чотирьох ступенях декомпозиції ФАДО, враховуючі, що кількість ступенів поділу ФЗ залежить не тільки від обсягів та кількості функціональних задач, але й досвіду і поглядів розробників функціональної частини інформаційної системи на відміну від декомпозиції ОАДО, де кількість ступенів поділу цілком і повністю залежало від кількості організаційно-ієрархічних рівнів ОА.

Тут постає питання: що таке функціональна задача і чи доцільний подальший її поділ на окремі процедури або операції, щоб створити динамічну інформаційну модель ОА, яка була б адекватна самому ОА та відображала б різноманітність даних, їх властивостей і відношень в реальних предметних областях. Така динамічна модель дозволила б визначити на ній увесь набір станів, що розглядаються як набір змінних величин, які описують ОА. Тут за динамізмом моделі розуміється не тільки періодична зміна складу інформаційних даних в ній, залежних від вхідної (первинної) інформації, але й складу самих задач, що створюють

вихідну (вторинну) інформацію [16] й визначають функціональну цілеспрямованість всієї системи.

Через відсутність формального визначення функціональної задачі у відповідних нормативних документах, наведемо власне визначення функціональної задачі як структурної одиниці поля функціональної діяльності ОА.

Функціональна задача – структурний елемент функціональної діяльності посадової особи, підрозділу або організації ОА в межах функціональних обов'язків, визначених законодавчими, директивними та нормативними документами. Функціональна задача, як правило, не може бути повністю автоматизована, тому що може містити в собі функції, які не піддаються формалізації. Але інформаційний аспект (частина) функціональної задачі (частина інформаційного поля підтримки функціональної діяльності) може і має бути автоматизовано у вигляді прикладної задачі оброблення інформації. Прикладна задача (application problem) – задача, ініційована користувачем, яка потребує для свого розв'язання оброблення інформації [17], як це визначено Держстандартом.

Припустимо, що на ОА підлягатимуть автоматизації інформаційні процеси, які описуються деякою множиною функціональних задач. Ця множина ФЗ ПФД і складатиме функціональну частину майбутньої ВІАС. Реалізація ФЗ ПФД направлена на автоматизацію інформаційних процесів за  $V$  напрямками виробничої діяльності ОА – підсистемах функціональних задач (ПФЗ), на кожній з яких визначено  $Y_v$  ( $v \in \{1, \dots, V\}$ ) комплексів функціональних задач (КФЗ), що цілком “накривають” відповідний  $v$ -й напрямок функціональної діяльності. Кожний з цих комплексів, у свою чергу, складається з  $Z_{vy}$  ( $y \in \{1, \dots, Y\}$ ) окремих функціональних задач (ОФЗ). Склад таких задач, диференційований за типами, для першого організаційно-ієрархічного рівня й визначає кількість типів функціональних задач, призначених для реалізації у вигляді прикладних задач у системі. Це означає, що на інших організаційно-ієрархічних рівнях

Таблиця 1. Розподіл кількості ФЗ на перетині множин двох аспектів декомпозиції

Територіальний аспект декомпозиції ОА (ТАДО)	Функціональний аспект декомпозиції ОА (ФАДО)		
	По всіх КФЗ всіх ПФЗ	По всіх КФЗ $v$ -ї ПФЗ	По $y$ -у КФЗ $v$ -ї ПФЗ
По всіх територіальних елементах всіх організаційно-ієрархічних рівнів	$Z = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^{K_n} \sum_{v=1}^V \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (7)$	$Z_v = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^{K_n} \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (8)$	$Z_{vy} = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^{K_n} Z_{vyin} \quad (9)$
По всіх територіальних елементах $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня	$Z_n = \sum_{i=1}^{K_n} \sum_{v=1}^V \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (10)$	$Z_{vn} = \sum_{i=1}^{K_n} \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (11)$	$Z_{vyn} = \sum_{i=1}^{K_n} Z_{vyin} \quad (12)$
По $i$ -у територіальному елементу $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня	$Z_{in} = \sum_{v=1}^V \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (13)$	$Z_{vin} = \sum_{y=1}^Y Z_{vyin} \quad (14)$	$Z_{vyin}$

вирішуватимуться задачі тих же самих типів, хоча їхня кількість може зменшуватись за рахунок зменшення, скажімо, аналітично-дослідницьких задач з залученням методів статистичного аналізу, притаманних саме першому рівню. Інакше кажучи, програмні засоби для реалізації ОФЗ будуть зорієнтовані на типи задач, а не на самі задачі, які можуть дещо відрізнятися одна від одної (наприклад, за набором реквізитів, їхніх значень, ступенів агрегації тощо). Більше того, навіть на окремих організаційних елементах одного рівня, скажімо на  $i_n$ -у ( $i_n \in \{1, \dots, K_n\}$ ) та  $j_n$ -у ( $j_n \in \{1, \dots, K_n\}$ ) елементах  $n$ -го рівня, задачі можуть дещо відрізнятися (наприклад, за значенням реквізитів).

Кількість функціональних задач, що підлягатимуть автоматизації по всіх ступенях декомпозиції можна визначити на перетині множин ступенів двох аспектів декомпозиції.

У цій таблиці прийняті такі позначення:

$Z$  - кількість ОФЗ, які підлягатимуть автоматизації і складатимуть ФЧ ВІАС, дорівнюватиме сукупності всіх задач на всіх територіальних елементах ОА всіх організаційно-ієрархічних рівнів – ФЗ ПФД ОА;

$Z_v, Z_{vy}$  - сукупність відповідно всіх ОФЗ або ОФЗ тільки  $y$ -го КФЗ,  $v$ -ї ПФЗ ОА на всіх територіальних елементах всіх організаційно-ієрархічних рівнів;

$Z_n$  - сукупність ОФЗ на всіх територіальних елементах  $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня;

$Z_{vn}, Z_{vyn}$  - сукупність відповідно всіх ОФЗ або ОФЗ тільки  $y$ -го КФЗ,  $v$ -ї ПФЗ ОА на всіх територіальних елементах  $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня;

$Z_{in}$  - сукупність ОФЗ на  $i$ -у територіальному елементі  $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня;

$Z_{vin}, Z_{vyin}$  - сукупність відповідно всіх ОФЗ або ОФЗ тільки  $y$ -го КФЗ,  $v$ -ї ПФЗ ОА і підлягатимуть автоматизації на  $i$ -у територіальному елементі  $n$ -го організаційно-ієрархічного рівня.

Треба сказати, що ПФД ОА це не тільки сукупність ОФЗ у різноманітному їх компонуванні, але й зв'язки між ними – інформаційна взаємодія задач, і не тільки в межах одних типів. Деякою мірою ця взаємодія проявляється у задачах більш високого рівня декомпозиції, але найбільше вона проявляється в інформаційному просторі ПФД ОА. Кожна з задач спирається на свій фрагмент інформаційного простору. Деякі з таких фрагментів підтримують кілька ФЗ. Цей інформаційний простір і визначатиме інформаційну базу майбутньої бази даних створюваної ВІАС.

Підсумовуючи вищесказане щодо багатоаспектної декомпозиції досліджуваного об'єкта на складові елементи, як потенційного об'єкта автоматизації, наведемо в табл. 2 приклад умовної 4-х рівневої декомпозиції ОА (територіальної і організаційної структури) та поля його функціональної діяльності на складові елементи за трьома вищеописаними аспектами: територіальний, організаційний та функціональний.

Таблиця 2. Умовна 4-х рівнева декомпозиція ОА за трьома аспектами

Аспект декомпозиції		Декомпозиція на складові елементи	
Код	Назва	Код	Можливе узагальнене найменування складових
ТАДО	Територіальний аспект – поділ на територіальні елементи (ТЕ)	ЦТСЕ	Центральний територіальний складовий елемент ОА
		ОТСЕ	Обласний територіальний складовий елемент ОА (елемент ЦТСЕ)
		РТСЕ	Районний територіальний складовий елемент ОА (елемент ОТСЕ)
		МТСЕ	Місцевий територіальний складовий елемент ОА (елемент РТСЕ)
ОАДО	Організаційний аспект – поділ на організаційні елементи (ОЕ)	ВСОЕ	Вищий структурно-організаційний елемент ТЕ (президія, колегія, дирекція)
		ГСОЕ	Головний структурно-організаційний елемент ТЕ (управління)
		ССОЕ	Середньої ланки структурно-організаційний елемент ТЕ (відділ, сектор)
		НСОЕ	Нижньої ланки структурно-організаційний елемент ТЕ (група, робоче місце)
ФАДО	Функціональний аспект – поділ на функціональні елементи (ФЕ)	ПФД	Поле функціональної (виробничої) діяльності ОА (ПФД ОА)
		ПФЗ	Підсистема функціональних (прикладних) задач (елемент ПФД)
		КФЗ	Комплекс функціональних (прикладних) задач (елемент ПФЗ)
		ОФЗ	Окремі функціональні (прикладні) задачі (елемент КФЗ)

#### 4. Функціональний аспект декомпозиції АІС

Функціональний аспект декомпозиції ідеалізованої інформаційної системи (ФАДС) полягає у поділі ВІАС на складові компоненти з урахуванням результатів функціональної декомпозиції ОА – ФАДО. Суть структурного підходу до розробки ВІАС міститься в декомпозиції її функціональної частини на автоматизуємі функції: система розбивається на функціональні підсистеми, які в свою чергу діляться на функції, що поділяються на підфункції і так далі аж до конкретних процедур. При цьому автоматизована система зберігає цілісне уявлення, в якому всі складові компоненти взаємозв'язані [18].

Функціональний аспект декомпозиції ФАДС є відображенням ФАДО, але не відбитком, не копією тому, що не можна з впевненістю стверджувати, що інформаційна частина функціональної задачі, яка по суті є відображенням її функції, може бути повноцінною прикладною автоматизованою задачею ВІАС. Наведемо офіційне визначення (Держстандартом) задачі автоматизованої системи (ЗАС).

Задача автоматизованої системи (AS problem) – функція чи частина функції, що є формалізованою сукупністю автоматичних дій, виконання яких приводить до результату заданого виду [19], як визначено в ДСТУ-2226. Цілком можливо, що такою задачею може стати сукупність інформаційних частин декількох функціональних задач, що й складуть формалізовану сукуп-

ність необхідних дій, про які було сказано у цьому стандарті. Наведемо ще кілька визначень задач автоматизованої системи.

Інформаційна задача (information task) – задача, пов'язана з створенням, пошуком вибіркою даних і внесенням в них змін (оновленням, додаванням, вилученням, реорганізацією) [14].

Інформаційно-розрахункова задача (information-computing task), інформаційно-логічна (information-logical task) задача – це задачі, що є сполученням відповідних задач: інформаційної та розрахункової або логічної [14].

Таким чином, функціональну частину довільної інформаційної системи треба поділити за функціональним принципом на підсистеми ЗАС (ПЗАС), кожна з яких буде націлена на автоматизацію інформаційних процесів згідно напрямків виробничої (функціональної) діяльності ОА, тобто ПФЗ. Цей поділ відбувається у повній відповідності до визначення підсистеми, а саме: підсистема це частина системи, що представляє собою сукупність деяких її елементів, виділених за певним функціональним признаком, і відрізняється підпорядкованістю за своєю метою функціонування єдиній меті функціонування всієї системи [20].

При подальшому поділі ПЗАС будуть включати до свого складу комплекси ЗАС (КЗАС) з більш вузькою направленістю вирішуваних задач. Не виключено, що у процесі створення ФЧ ВІАС знадобиться реалізація окремих ЗАС (ОЗАС) на окремих структурних компонентах.

Звідси випливає, що для створення

функціональної частини ВІАС необхідно кожній ОФЗ, вірніше, прикладній задачі (декомпозиція ФАДО) поставити у відповідність ОЗАС (декомпозиція ФАДС), провести їх композицію у КЗАС, потім у ПЗАС аж до ФЧ ІС. Треба зазначити, що на кожному з цих рівнів крім задач функціональної частини відповідне місце мають займати суто системні задачі: адміністрування, моніторингу, передачі, експорту, імпорту та захисту інформації, накладання електронного цифрового підпису, мережні тощо. Але їх детально розглядати не будемо. Це, так би мовити, системно-технічний базис, на тлі якого і створюється система. Процес композиції ОЗАС у ФЧ ІС є елементом технології композиції всієї інформаційної системи і, в першу чергу, її архітектури. Однак архітектура системи має враховувати не тільки функціональний аспект, але і територіальний (організацію територіального розподілу складових компонентів системи), і структурний (ієрархічну організацію окремого територіального компонента системи) аспекти її декомпозиції.

**5. Структурний аспект декомпозиції АІС**

Структурний аспект декомпозиції інформаційної системи (САДС) полягає у поділі ВІАС на складові компоненти з урахуванням як результатів ФАДС, так і результатів ОАДО.

Це означає, що кожному функціональному компоненту системи з його набором ЗАС для їхньої реалізації має відповідати її структурний компонент. Так

ПЗАС мають бути реалізовані в межах корпоративних автоматизованих інформаційних систем (КАІС) ВІАС, КЗАС – в межах програмних комплексів (ПК) таких КАІС, ОЗАС – в межах програмних модулів (ПМ) ПК. Треба зазначити, що КАІС на кожному структурно-ієрархічному рівні представлено автоматизованими інформаційними системами (АІС) відповідного рівня у складі програмно-технічних комплексів (ПТК) та автоматизованих робочих місць (АРМ), на яких розгортаються відповідні ПК, в межах саме яких вирішуються ОЗАС відповідних ПЗАС. Зрозуміло, що набір ОЗАС таких ПЗАС буде не однаковим для АІС різних структурно-ієрархічних рівнів, як і набір ОФЗ в складі ПФЗ відповідних організаційно-ієрархічних рівнів поділу ОА за рахунок зменшення кількості аналітично-дослідницьких та статистичних задач в АІС більш низького рівня. Не виключено, що у процесі створення ВІАС програмний модуль буде включено безпосередньо у склад АІС, але й цей випадок можна розглядати як ПМ у складі ПК, який реалізує вироджений КЗАС, що складається з однієї ОЗАС.

В табл. 3 представлено загальний розподіл структурних елементів КАІС на перетині множин двох аспектів її декомпозиції, як результат структурної декомпозиції функціональної частини КАІС з урахуванням організаційно-ієрархічного поділу ОА. У цій таблиці прийняті такі позначення:

$КАІС_v$  – корпоративна АІС, що призначена для реалізації задач  $v$ -ї ПЗАС;

Таблиця 3. Загальний розподіл структурних елементів АІС на перетині множин двох аспектів її декомпозиції

Структурний аспект декомпозиції ІС по рівнях (САДС)	Функціональний аспект декомпозиції ІС по ступенях (ФАДС)				
	1-й ступінь ФЧ АІС	2-й ступінь ПЗАС	3-й ступінь КЗАС	4-й ступінь ОЗАС	
1-й структурно-ієрархічний рівень	$ВІАС$	$КАІС_v$	$АІС_{1v}$	$ПТК_{y1v}$	$ПМ_{ly1v}$
...			...	...	...
$n$ -й структурно-ієрархічний рівень			$АІС_{nv}$	$ПТК_{ynv}$	$ПМ_{lynv}$
...			...	...	...
$N$ -й структурно-ієрархічний рівень			$АІС_{Nv}$	$ПТК_{yNv}$	$ПМ_{lyNv}$



$AIC_{nv}$  – АІС  $v$ -ї КАІС, що знаходиться на  $n$ -у структурно-ієрархічному рівні;

$ПТК_{ynv}$  –  $y$ -й ПТК, що входить до складу АІС  $n$ -го структурно-ієрархічного рівня  $v$ -ї КАІС;

$ПМ_{lynv}$  –  $l$ -й ПМ  $y$ -го ПТК АІС  $n$ -го структурно-ієрархічного рівня  $v$ -ї КАІС.

Але САДС – лише творче відображення ФАДС. Тому що зовсім не обов'язково створювати повноцінні АІС, як компоненти КАІС, на всіх організаційно-ієрархічних рівнях ОА. Можливо, на якомусь етапі, на якому територіальному елементі буде цілком достатньо робочої станції з АРМ віддаленого доступу, а може й – факсу або, навіть, телефону. Все буде залежати від важливості цього компонента у складі АІС: важливості задач та інформації, яка на них обробляється. А це, у свою чергу, залежатиме від важливості відповідного компонента у складі ОА, від його вагомості в процесі виробничої діяльності і черговості його автоматизації в процесі інформатизації ОА, тобто від ОАДО.

В табл. 4 наведено 4-х рівневий розподіл структурних елементів АІС на перетині множин двох аспектів її декомпозиції, що ліг в основу розробки широкорозгалуженої відомчої автоматизованої інформаційної системи Державної прикордонної служби України (ДПСУ). Цей розподіл дещо ідеалізований: він відрізняється від справжнього розподілу в цій системі, але це вже прояви реаліїв практичної реалізації теоретичних побудов, на перший погляд, прозорих і досконалих. Як показує практика, не все так просто. Інколи необхідно вводити додатковий поділ елементів, хоча це не пов'язано з недосконалістю підходу,

запропонованого у даній роботі. Цей підхід направлений на ідеалізоване представлення як ОА, так і ІС, а на практиці доводиться враховувати ще й фінансові та організаційні можливості, а також суб'єктивні побажання замовника.

## 6. Територіальний аспект декомпозиції АІС

Територіальний аспект декомпозиції інформаційної системи (ТАДС) полягає у поділі ВІАС на складові компоненти з урахуванням результатів ТАДО.

Це значить, що кожному територіальному елементу ОА має відповідати територіальний компонент інформаційної системи, а кожному територіально-ієрархічному рівню декомпозиції ОА – територіально-ієрархічний рівень декомпозиції ІС. Причому кожний з територіальних компонентів ІС має реалізовувати весь набір ЗАС функціональної частини ВІАС з урахуванням, зрозуміло, належності його до того чи іншого територіально-ієрархічного рівня. Таким чином, ВІАС поділяється на стільки різновидів (за складом ЗАС у їхніх ФЧ) АІС, скільки нараховується організаційно-ієрархічних рівнів декомпозиції ОА. Тобто має бути  $N$  різновидів АІС, у кожному з яких, як вже було показано (11), АІС буде реалізовувати типовий набір ЗАС, співпадаючий з набором задач у ФЧ АІС. У зв'язку з цим склад програмно-технічного оснащення  $AIC_n$ , який залежить від кількості ЗАС та набору програмно-технічного оснащення для розв'язання кожної з них, на одному будь-якому  $n$ -у рівні буде типовим. У зв'язку з цим всі територіальні компоненти (ТК)

Таблиця 4. 4-х рівневий розподіл структурних елементів АІС на перетині множин двох аспектів її декомпозиції

Структурний аспект декомпозиції ІС по рівнях (САДС)	Функціональний аспект декомпозиції ІС по ступенях (ФАДС)				
	1-й ступінь ФЧ АІС	2-й ступінь ПЗАС	3-й ступінь КЗАС	4-й ступінь ОЗАС	
1-й структурно-ієрархічний рівень	$ГАІС$ $ДПСУ$	$КАІС_v$	$AIC_{1v}$	$ПК_{1vy}$	$ПМ_{1vyx}$
2-й структурно-ієрархічний рівень			$AIC_{2v}$	$ПК_{2vy}$	$ПМ_{2vyx}$
3-й структурно-ієрархічний рівень			$AIC_{3v}$	$ПК_{3vy}$	$ПМ_{3vyx}$
4-й структурно-ієрархічний рівень			$AIC_{4v}$	$ПК_{4vy}$	$ПМ_{4vyx}$

Таблиця 5. Умовна 4-х рівнева декомпозиція ВІАС за трьома аспектами

Аспект декомпозиції		Декомпозиція на складові компоненти	
Код	Назва	Код	Можливе узагальнене найменування складових
ТАДС	Територіальний аспект – поділ на територіальні компоненти (ТК)	ЦТСК	Центральний територіальний складовий компонент ВІАС
		ОТСК	Обласний територіальний складовий компонент ВІАС (ОІАС)
		РТСК	Районний територіальний складовий компонент ВІАС (РІАС)
		МТСК	Місцевий територіальний складовий компонент ВІАС (МІАС)
САДС	Структурний аспект – поділ на структурні компоненти (СК)	ВІАС	Відомча інформаційно-аналітична система
		КАІС	Корпоративна автоматизована інформаційна система (СК ВІАС)
		ПТК	Програмно-технічний комплекс (структурний компонент КАІС)
		ПМ	Програмний модуль (структурний компонент ПТК)
ФАДС	Функціональний аспект – поділ на функціональні компоненти (ФК)	ФЧ ІС	Функціональна частина інформаційної системи (ФК ВІАС)
		ПЗАС	Підсистема задач автоматизованої системи (ФК ФЧ ІС)
		КЗАС	Комплекс задач автоматизованої системи (функціональний компонент ПЗАС)
		ОЗАС	Окрема задача автоматизованої системи (функціональний компонент КЗАС)

системи можна розглядати як типові, що спрощує процеси їхнього проектування та створення, а структуру системи як структуру, що складається з таких типових компонентів.

Але, як і в попередньому випадку, ТАДС – лише відображення ТАДО. І, як і в попередньому випадку, зовсім не обов'язково створювати повноцінні компоненти ВІАС на всіх територіально-ієрархічних рівнях ОА. Можливо, на якомусь етапі, територіальний компонент системи може бути мінімальним. Все залежатиме від важливості цього компонента у складі АІС та черговості його розробки і автоматизації у процесі інформатизації ОА.

Останнє твердження нашої роботи на ще один аспект декомпозиції інформаційної системи – конфігураційний. Життєвий цикл інформаційної системи можна розглядати як ланцюг послідовних трансформацій конфігурації системи з одного стану у інший і, таким чином, окремо взята конкретна конфігурація системи є елемент її декомпозиції у цьому аспекті. Але первинним тут є не система з її послідовним набором конфігурацій, а саме конкретна конфігурація визначає систему. Тому конфігураційний аспект слід розглядати у контексті технології композиції інформаційної системи з її складових компонентів у тій чи іншій конфігурації у залежності від стадії розробки системи.

У табл. 5 наведено приклад умовної 4-х рівневої декомпозиції ІС на складові елементи по трьома вищеописаними аспектами: територіальний, структурний та функціональний.

Між табл. 2 і 5 можна провести деяку паралель, що дозволяє поаспектно співставляти складові елементи, що з'явилися у результаті декомпозиції реального заданого ОА та ідеалізованої ІС.

Продовження роботи у наступному номері.

1. ДСТУ 3918-1999 (ISO/IEC 12207:1995) Державний стандарт України. Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення. – К.: Держстандарт України, 2000. – 49 с.
2. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд. 2-е, испр. – М.: Наука, 1987. – 552 с.
3. Мамиконов А.Г., Цвиркун А.Д., Кульба В.В. Автоматизация проектирования АСУ. – М.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.
4. Маерс Г. Архитектура современных ЭВМ В 2-х т. – М.: Мир, 1985 – Т. 2. – 312 с.
5. Цвиркун А.Д. Структура сложных систем. – М.: Советское радио, 1975. – 199 с.
6. Сергиенко И.В., Парасюк И.Н., Тукалевская Н.И. Автоматизированные системы обработки данных. – Киев: Наук. думка, 1976. – 256 с.
7. Золотых И. Обзор компьютерных систем автоматизации делопроизводства и документооборота // Информационные технологии, 1997. - № 2.
8. Отраслевые автоматизированные системы управления / Под ред. Н.П. Федоренко. – М.: Наука, 1973. – 255 с.
9. Санун А. Краткий путеводитель по системам электронного документооборота // Компьютерное обозрение, 2000, № 18–19. – С. 14–23.

10. *Гради Буч.* Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. – Киев: Диалектика, 1992. – 519 с.
11. *Калянов Г.Н.* CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М.: Лори, 1996. – 327 с.
12. *Шлеер С., Меллор С.* Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях. – Киев: Диалектика, 1993. – 240 с.
13. *Ладыженский Г.М.* Архитектура корпоративных информационных систем // Системы управления базами данных. – 1997. – № 5–6. – С. 18–24.  
(<http://www.dvgu.ru/meteo/PC/korporat.htm>)
14. *Першиков В.И., Савинков В.М.* Толковый словарь по информатике. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 543 с.
15. *Алексеев В.А., Голуб В.В., Машкин В.И.* Об одном подходе к проектированию корабельной автоматизированной информационно-справочной системы // Перспективні засоби обчислювальної техніки та інформатики. Зб. наук. пр. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова, 1999. – С. 32–38.
16. *Овчаров Л.А., Селетков С.Н.* Автоматизированные банки данных. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 262 с.
17. *ДСТУ 2941-94 (ISO 2382-20:1990)* Державний стандарт України. Системи оброблення інформації. Розробка систем. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 20 с.
18. *Вендров А.М.* CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М., Центр Информационных технологий, 1997.  
<http://www.citforum.ru/database/case>
19. *ДСТУ 2226-93 (ГОСТ 34.003)* Державний стандарт України. Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 92 с.
20. *Вычислительные машины, системы и сети: Учебник / А.П. Пятибратов, С.Н. Беляев, Г.М. Козырева и др.; Под ред. Проф. А.П. Пятибратова.* – М.: Финансы и статистика, 1991. – 400 с.

Отримано 03.08.2005

**Про авторів:**

*Алексеев Виктор Анатолійович,*  
кандидат технічних наук, завідувач відділу,

*Дехтяренко Владислав Іванович,*  
науковий співробітник,

*Рогачов Володимир Євгенович,*  
старший науковий співробітник,

*Терещенко Валерій Савелійович,*  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.

**Місце роботи авторів:**

Інститут програмних систем НАН України,  
03680 м. Київ – 187,  
проспект Академіка Глушкова, 40.  
тел.: (044) 266 4228, 266 6321,  
факс.: (044) 266 4228,  
e-mail: [alekseev@isofts.kiev.ua](mailto:alekseev@isofts.kiev.ua),  
[terek@isofts.kiev.ua](mailto:terek@isofts.kiev.ua)