

БАГАТОАСПЕКТНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЯК ЗАСІБ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Частина 2. Побудова архітектури інформаційної 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.

7. Технологія побудови архітектури ІС з заданими властивостями

Як уже засвідчено в частині 1 цієї статті, суть створення інформаційної системи з заданими властивостями, які відповідали б потребі об'єкта автоматизації (ОА), полягають у аналізі кожного складового елемента декомпозиції (за певними аспектами) абстрактної ідеалізованої інформаційної системи на предмет відповідності його характеристик потребам відповідного елемента декомпозиції (за тими ж аспектами) ОА, коригуванні (при необхідності) цих характеристик та наступної ком-

позиції нових елементів інформаційної системи в нову інформаційну систему. Відповідна технологія такої композиції (побудови) в узагальненому вигляді схематично показана на рис. 1.

На цьому рисунку показані чотири етапи згаданої технології:

- 1) декомпозиція структури заданого ОА за визначеними аспектами на складові елементи;
- 2) декомпозиція структури абстрактної ідеалізованої АІС за відповідними аспектами на складові елементи інформаційної системи;
- 3) коригування характеристик скла-

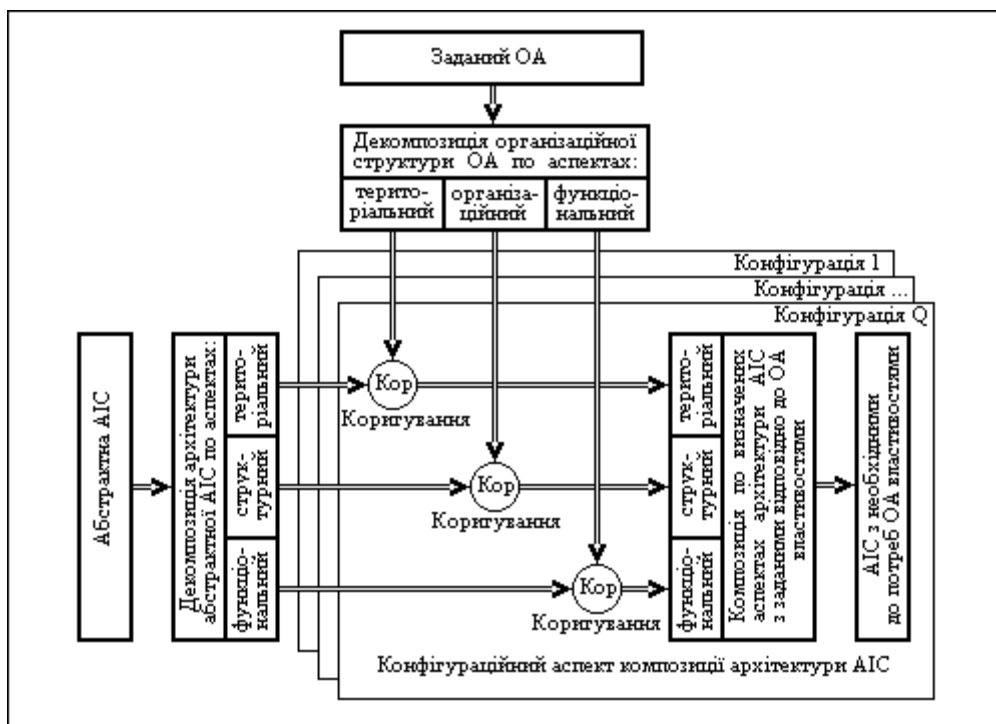


Рис. 1. Схема технології побудови архітектури системи з заданими властивостями

дових елементів абстрактної ідеалізованої інформаційної системи у відповідності до потреби складових елементів ОА і, тим самим, надання новій створюваній інформаційній системі характеристик, які відповідали б потребі ОА;

4) побудова нової інформаційної системи з заданими властивостями у відповідності до визначених аспектів та конфігураційного аспекту, який є характерним не тільки на етапі створення системи, але і упродовж всього її життєвого циклу.

Можна провести певну паралель між наведеною технологією та декомпозиційним плануванням, яке визначається як сукупність методів і процедур передпланового аналізу та планових розрахунків, що орієнтована на застосування до систем, про всі локальні елементи яких правомірно припускати відсутність іманентних інтересів, так, що кожний елемент прагне у своїй діяльності до оптимізації будь-якого заданого йому цільового функціоналу [1, с. 93]. Основний принцип декомпозиційного планування полягає у таких процедурах: декомпозиції задачі складання плану на кілька взаємозв'язаних підзадач, що відповідають елементам системи, розв'язання цих підзадач незалежно одна від одної і наступного координування локальних рішень. Ці процедури дуже нагадують перші три етапи вищенаведеної технології побудови архітектури інформаційної системи. Залишається знайти відповідну процедуру для четвертого етапу. Така процедура є, але вже у композиційному плануванні. Процес композиційного планування забезпечує узгодження інтересів різних елементів системи, в тому числі й емерджентних інтересів системи в цілому, що не притаманні складовим її елементам [1, с. 199]. Такий процес планується описати в спеціальній роботі.

8. Конфігураційний аспект побудови інформаційної системи

У згаданих вже на початку статті (частина 1) міжнародному та державному – ДСТУ 3918-1999 “Процеси життєвого циклу програмного забезпечення” [2] – стандартах, а також в [3, 4] процес розробки

інформаційної системи (програмного продукту) описується не як одноразовий акт побудови всієї системи цілком для всіх напрямків виробничої діяльності об'єкта автоматизації, а як постійний, розгорнутий у часі процес поетапного її створення, чергами, окремими компонентами з повсякчасним відслідковуванням її стану та її конфігурації. Навіть після прийняття її в експлуатацію, тому, що загально визнаним законом програмної інженерії є закон еволюції, який формулюється так: кожна діюча програмна система з часом потребує змін або перестає використовуватись [3 с.19]. У такому разі, на будь-якому з етапів, версія системи може бути визначена як сукупність компонентів, що організовані для виконання певних функцій або набору функцій. А конфігурація системи визначається функціональними та фізичними характеристиками технічних, програмних та програмно-технічних компонентів (частин) системи, що зафіксовані в технічній документації або втілені у продукті [5]. Конфігурація якоїсь конкретної версії системи, з ряду послідовних її версій, що схематично показано на рис. 1, може розглядатися як набір конкретних версій (екземплярів) технічних, програмних та програмно-технічних частин системи, об'єднаних у відповідності до конкретних процедур складання для досягнення конкретної мети [6].

Відслідковування конфігураційного стану системи можна розглядати як процес конфігураційного керування, який полягає у застосуванні протягом усього життєвого циклу програмного забезпечення (інформаційної системи) адміністративних та технічних процедур [2, с. 25] до:

- ідентифікації конфігурації, визначення та встановлення базису елементів програмного забезпечення у системі;
- керування модифікаціями та надання версій елементам;
- обліку стану конфігурації, фіксування та звітування про стан елементів та запитів щодо модифікації;
- оцінки конфігурації, забезпечення повноти, несуперечливості та коректності елементів;

- керування зберіганням, опрацюванням та наданням елементів.

Саме цей набір процедур лежить в основі побудови архітектури системи в конфігураційному аспекті. Саме він дозволяє визначати конфігураційний стан системи в будь-який, наперед заданий, термін часу, що дуже важливо для успішного її функціонування протягом усього життєвого циклу.

9. Побудова функціональної частини структурної компоненти створюваної ІС

У табл. 3 представлені елементи структурної декомпозиції функціональної частини (ФЧ) інформаційної системи (ІС) за структурно-ієрархічними рівнями, але компоненти відомчої інформаційно-аналітичної системи (ВІАС), мається на увазі не тільки функціональна частина, а й програмно-технічні засоби обробки і передачі інформації, будуть встановлюватись не на будь-яких абстрактних рівнях, а на конкретних організаційно-структурних елементах ОА, статус яких й визначається саме цими абстрактними рівнями. Тож на організаційно-структурних елементах ОА необхідна агрегація окремих елементів структурної декомпозиції функціональної частини (ФЧ) в комплексні елементи ФЧ. Сукупність АІС, вірніше вважати, сукупність програмних засобів в АІС, що реалізують функціональні задачі (ФЗ) всіх напрямків діяльності ОА, тобто реалізують всі задачі автоматизованої системи (ЗАС) всіх підсистем ЗАС (ПЗАС) на окремому i -у ОЕ, разом з необхідними програмно-технічними засобами (набором ПТК, АРМ, серверів, принтерів, комутаторів тощо) повинні утворити структурну компоненту інформаційної системи (СКІС) цього елемента. Це, свідчить про, міні ВІАС кожного організаційно-структурного елемента ОА, в якій представлені всі задачі функціональної частини (13) ФЧ ВІАС, у всякому разі – для першого організаційно-ієрархічного рівня, як об'єднання функціональних частин всіх АІС:

$$\Phi Ч(СКІС_{in}) = \bigcup_{v=1}^V \Phi Ч(АІС_{vin})$$

або як об'єднання підсистем ЗАС АІС:

$$ПЗАС(СКІС_{in}) = \bigcup_{v=1}^V ПЗАС(АІС_{vin})$$

Це співпадає з офіційним визначенням автоматизованої системи (АС) (automated system), яка складається з персоналу та комплексу засобів автоматизації його діяльності і реалізує інформаційну технологію виконання встановлених функцій (AS function), тобто сукупності дій АС, яка направлена на досягнення певної мети [7] (ГОСТ 34.003-90), а саме реалізації задач функціональної частини системи.

На інших рівнях чисельність ФЗ, а тому і ЗАС, може зменшуватись, як за кількістю самих задач, так і за кількістю їхніх типів, у залежності від функціонального навантаження того чи іншого організаційно-ієрархічного рівня. Лише на самому нижньому рівні можуть з'явитись додаткові специфічні задачі нового типу, що притаманні саме пунктам збору первинної інформації у відповідності до реалізованої технології.

Програмно-технічне оснащення СКІС є типовим для всіх СКІС одного рівня. Оснащення СКІС, що знаходяться на різних організаційно-ієрархічних рівнях залежить від кількості та функціонального навантаження прикладних задач. Так, на верхньому організаційно-ієрархічному рівні склад задач у СКІС збільшиться за рахунок її взаємодії з інформаційними системами інших об'єктів автоматизації, наприклад, інших міністерств, відомств, банківських та бізнесових структур тощо через інформаційні телекомунікаційні системи (ІТС). До того фахівці ОА повинні спілкуватись з мережею Internet для залучення необхідної довідкової інформації та створення власного WEB-сайту, у відповідності до Указу Президента України від 1 серпня 2002 року № 683 "Про додаткові заходи щодо забезпечення відкритості у діяльності органів державної влади", чого не передбачено на більш низьких рівнях.

10. Структурний та територіальний аспекти побудови архітектури ІС

На відміну від дуже загального визначення архітектури системи (system architecture), що зустрічається в довідковій літературі, як специфікації сполучення системи з користувачами і внутрішніх її компонентів між собою [8], визначення архітектури обчислювальної системи (computing architecture), як загальної логічної організації обчислювальної системи, що визначає процес обробки даних в конкретній обчислювальній системі та включає методи кодування даних, склад, призначення, принципи взаємодії технічних засобів і програмного забезпечення [8], занадто конкретизований. У цьому визначенні за методами, складом, призначенням, принципами випали такі важливі, на наш погляд, аспекти як функціональний та структурний. У цьому сенсі визначення архітектури обчислювальної системи (computing architecture), як сукупності характеристик і параметрів, що визначають функціонально-логічну та структурну організацію системи, тобто організацію системи з окремих елементів з їх взаємозв'язками, які визначаються розподілом функцій, що

виконуються цією системою [9, 10], більш ємкий. Елемент системи – це її об'єкт, який не підлягає подальшому поділу на складові частини при даному її розгляданні. В залежності від рівня деталізації структури обчислювальної системи в якості її елементів можуть розумітися окремі модулі системи аж до ЕОМ в цілому.

При побудові (композиції) архітектури системи з окремих елементів обов'язково визначаються емерджентні властивості системи в цілому на відміну від іманентних властивостей окремих її елементів. При формуванні системи, як органічного цілого (за рахунок залучення нових елементів та/або внаслідок перетворення структури взаємозв'язків між елементами та їхніми властивостями), її частини зазнають якісні зміни, так що об'єкт, як елемент цілісної системи, не є ототожним аналогічному об'єктові, взятому ізольовано [1, с. 671].

Схема архітектури створеної інформаційної системи, що враховує функціональний та структурний аспекти показана на рис. 2.

На рис. 2 схематично показано, що ВІАС структурно складається з КАІС, ті складаються з АІС, які в свою чергу – з

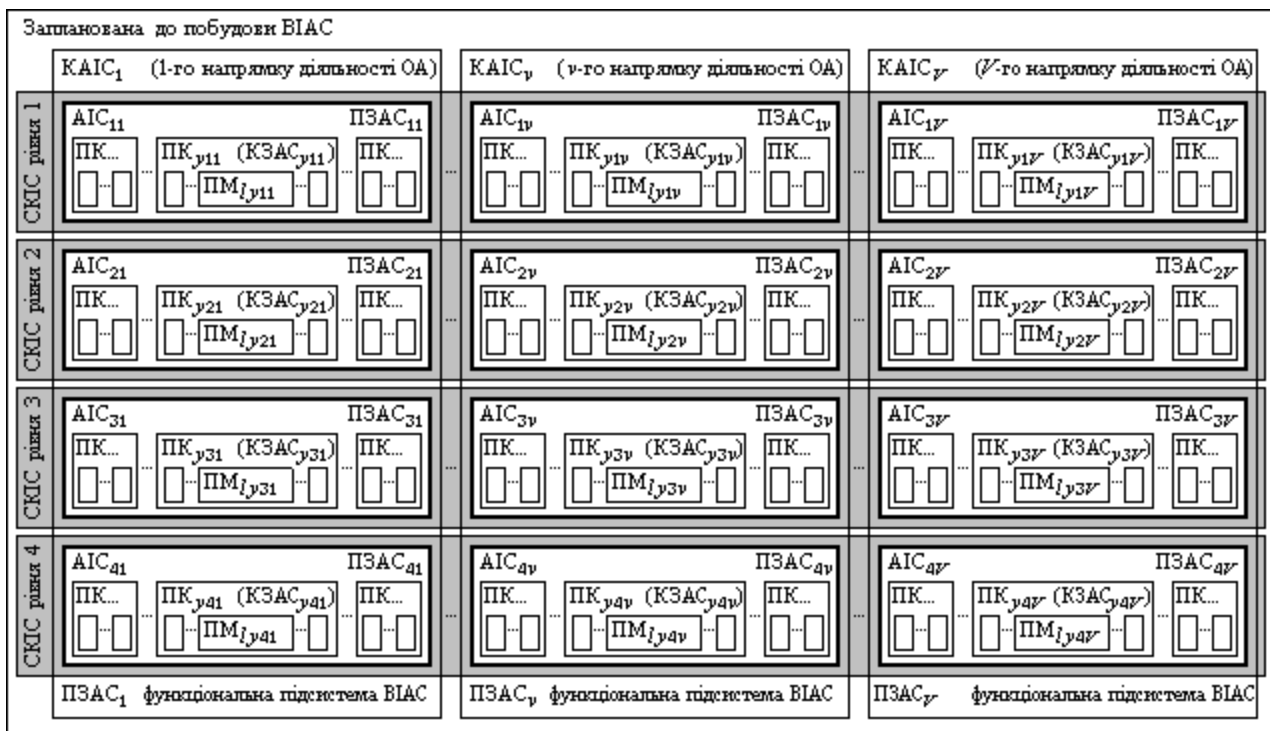


Рис. 2. Схема архітектури (структурно-функціональний аспект) спроектованої ІС

програмних комплексів (ПК), а ті – з програмних модулів (ПМ), що можна записати як відповідні суми складових елементів та емерджентних властивостей відповідного рівня композиції у структурному аспекті:

$$\sum_{v=1}^{K_{ПЗАС}} \text{КАІС}_v + E_{ВІАС} \Rightarrow \text{ВІАС};$$

$$\sum_{w=1}^4 \text{АІС}_{wv} + E_{КАІС} \Rightarrow \text{КАІС}_v$$

де $w \in \{1, 2, 3, 4\}$;

$$\sum_{y=1}^w \text{ПК}_{ywv} + E_{АІС} \Rightarrow \text{АІС}_{wv};$$

$$\sum_{l=1}^L \text{ПМ}_{lywv} + E_{ПК} \Rightarrow \text{ПК}_{ywv}.$$

На рис. 2 також добре видно, що об'єднання ФЧ АІС різних рівнів створює функціональну частину корпоративної АІС (КАІС), а об'єднання ФЧ АІС одного такого рівня, але всіх КАІС, створює функціональну частину СКІС відповідного рівня, тобто, об'єднання ФЧ (ПЗАС) АІС у ФЧ КАІС (по вертикалі) як одної з функціональних підсистем ВІАС:

$$\bigcup_{w=1}^4 \text{ПЗАС}_{wv} \Rightarrow \text{ПЗАС}_v(\text{КАІС}_v)$$

та ФЧ СКІС (по горизонталі) для w -го ($w \in \{1, 2, 3, 4\}$) рівня:

$$\text{ПЗАС}_{w1} \cup \dots \cup \text{ПЗАС}_{wv} \cup \dots$$

$$\dots \cup \text{ПЗАС}_{wk} \Rightarrow \text{ПЗАС}_w(\text{СКІС}_w)$$

На інших рівнях об'єднання ФЧ АІС у ФЧ СКІС буде аналогічним. Загальний склад ЗАС у ПЗАС функціональних частин СКІС різних рівнів, як це вищезгадано, буде дещо відрізнятися за рахунок різного складу ЗАС у ПЗАС АІС різного рівня.

На рис. 2 не показано через брак місця територіальний поділ спроектованої системи (територіальний аспект композиції), але зрозуміло, що цей поділ цілком залежатиме від територіального поділу самого ОА, у всякому разі, від територіального розгалуження тих його складових елементів, що призначені до автоматизації на даному етапі розробки системи. Кількість територіально розподілених СКІС ($K_{СКІС_w}$), що кількісно складатимуть ВІАС

на одному з організаційно-структурних рівнів, дорівнюватиме кількості територіальних елементів ОА цього рівня (K_{TE_w}), у залежності від конфігурації системи q (конфігураційний аспект композиції):

$$\sum_{k=1}^{K_{TE_w}} K_{СКІС_{wk}}(q) \Rightarrow K_{СКІС_w}(q)$$

при $q \in \{1, 2, \dots, Q\}$

або для всіх рівнів разом:

$$\sum_{w=1}^4 \sum_{k=1}^{K_{TE_w}} K_{СКІС_{wk}}(q) \Rightarrow K_{СКІС}(q),$$

де q – порядковий номер конфігурації системи; Q – кількість конфігурацій системи за весь час її життєвого циклу; k – індекс СКІС певного рівня $k \in \{1, 2, \dots, K_{TE_w}\}$.

Якісний склад ВІАС будуть складати об'єднання тих самих СКІС з урахуванням емерджентних властивостей такого об'єднання (E_{wk}):

$$\bigcup_{w=1}^4 \bigcup_{k=1}^{K_{TE_w}} K_{СКІС_{wk}}(q) + E_{wk} \Rightarrow K_{СКІС}(q).$$

Питання підвищення надійності функціонування окремих елементів за рахунок їх резервування або вибору оптимальної топології інформаційно-обчислювальних мереж, а також впливу такого рішення на архітектуру системи, не розглядаються через те, що ці питання більш характерні технічній стороні реалізації компонентів системи, а не організаційно-функціональним аспектам побудови автоматизованої системи загалом, як розподіленого багатомашинного багатокористувачевого комплексу.

Висновки

Метод наукового дослідження – аналіз – полягає у роздроблюванні (в думці або реально) об'єкта (системи) на елементи для детального вивчення їхніх особливостей і подальшого їхнього синтезу – об'єднанні у єдине ціле (систему), особливості функціонування якої можна спрогнозувати на базі знань про поведінку її елементів. Цей тезис був покладений у підґрунтя дослідження, проведеного в даній роботі.

Розглядаються два об'єкта дослідження: потенційний об'єкт автоматизації – організаційна структура, та абстрактна ідеалізована інформаційна система. Декомпозиція цих об'єктів на складові елементи за певними аспектами (територіальний, організаційний, функціональний для ОА та територіальний, структурний, функціональний для ІС) дозволила на рівні таких елементів знайти та проаналізувати характеристики (властивості) споріднених (у аспектному плані) елементів, які можуть впливати одне на одне (переважно характеристики елементів ОА на елементи ІС). Корируючи характеристики елементів ІС в залежності від потреб елементів ОА можна досягти того, що, при подальшій поаспектній (територіальний, структурний, функціональний та конфігураційний аспекти) композиції оновлених елементів ІС у єдину інформаційну систему (мається на увазі, перш за все, її архітектура), характеристики системи будуть відповідати потребам об'єкта автоматизації. При цьому у деякій мірі можна застосувати інструментарій, напрацьований у сфері декомпозиційного та композиційного планування, що полегшить відпрацювання такого підходу.

Можна вважати, що таким шляхом можна побудувати систему з наперед заданими необхідними властивостями, маючи на увазі не тільки іманентні властивості окремих її елементів, але й емерджентні властивості системи в цілому. Це цілком збігається з визначенням Держстандартом України системного аналізу як дослідження реальної або проектованої системи для визначення інформаційних потреб і процесів системи, а також їх співвідношення між собою [10].

Разом з задачею композиції архітектури системи розглянуті шляхи вирішення підзадачі взаємозв'язку програмних та програмно-технічних компонентів у системі з урахуванням їх структурної ієрархічності та територіальної розподіленості у відповідності до архітектури розроблюваної системи, що також можна застосовувати у практиці побудови великих інформаційних систем інших органів центральної виконавчої влади.

У роботі також постало питання термінологічної чистоти. Хоч на цьому не акцентувалося, в ній наведені авторські визначення та тлумачення ряду термінів і понять з посиланням на відповідну нормативну літературу, в тому числі й відомих термінів, використання яких у літературі та практиці побудови інформаційних систем не завжди виправдано.

У якості перспектив подальших розвідок у даному напрямку можна запропонувати застосування методу досліджень, що прийнято у даній роботі, до визначення і побудови архітектури окремих компонентів інформаційних систем в залежності від використаних в цих компонентах інформаційних технологій. Декомпозиція інформаційних процесів на окремі операції з наступною композицією їх у фази та етапи дозволить визначити склад програмно-апаратних засобів таких компонентів, оптимізований саме до даної технології обробки інформаційних об'єктів.

1. *Математика* и кибернетика в экономике. Словарь-справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Экономика, 1975. – 704 с.
2. *ДСТУ 3918-1999 (ISO/IEC 12207:1995)* Державний стандарт України. Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення. – К.: Держстандарт України, 2000. – 49 с.
3. *Бабенко Л.П., Лавріщева К.М.* Основи програмної інженерії: Навч. посіб. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 2001. – 209 с. – (Вища освіта XXI століття).
4. *Алексєєв В.А., Терещенко В.С.* Розвиток спіральної моделі життєвого циклу програмних систем // Проблеми програмування. – 2003. – № 4. – С. 34–42.
5. *Guide to Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*, May 2001 (www.swebok.org).
6. *Назаренко Ю.А.* Конфигурационное управление: осознанная необходимость // Корпоративные системы. – 2003. – № 3. – С. 5–12.
7. *ГОСТ 34.003-90* Государственный стандарт Союза ССР. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 23 с.

8. *Перишков В.И., Савинков В.М.* Толковый словарь по информатике. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 543 с.
9. *Вендров А.М.* CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М., Центр Информационных Технологий, 1997 <http://www.citforum.ru/database/case>
10. *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.
11. *Овчаров Л.А., Селетков С.Н.* Автоматизированные банки данных. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 262 с.

Отримано 03.08.2005

Про авторів:

Алексеев Виктор Анатольевич,
кандидат технічних наук,
завідувач відділу,

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

Місце роботи авторів:

Інститут програмних систем НАН України,
03187, м. Київ - 187,
проспект Академіка Глушкова, 40.
тел.: (044) 526 4228, 526 6321,
факс.: (044) 526 4228,
e-mail: alekseev@isofts.kiev.ua,
terek@isofts.kiev.ua