

УДК 004.5

О. Г. Додонов, М. Г. Кузнецова, О. С. Горбачик

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України

вул. М. Шпака, 2, 03113 Київ, Україна

e-mail: dodonov@ipri.kiev.ua

Методологічні аспекти створення корпоративних інформаційно-аналітичних систем підвищеної живучості

Розглянуто основні методологічні підходи до створення корпоративних інформаційно-аналітичних систем (КІАС), запропоновано їхній подальший розвиток на засадах теорії живучості. Продемонстровано можливість вибудови механізмів підвищення живучості в КІАС при розробці системи з використанням функціональних профілів.

Ключові слова: корпоративні інформаційно-аналітичні системи, живучість, методологія.

Існує досить велика кількість методологій створення комп'ютерних систем, серед яких є такі, що передбачають керування усім процесом розробки проекту, від замовлення до впровадження і супроводження, а є й такі, що передбачають лише опис використання певної технології. Постійно відбувається пошук нових більш універсальних, зручніших і контрольованих методів проектування та реалізації складних комп'ютерних систем, подальше удосконалення як методології управління проектами, так і методології створення систем.

Як правило, на початку розробки масштабної системи роблять лише припущення відносно того, якою має бути методологія створення, приймають деякі базові рішення і поступово коригують методологію, уточнюють, змінюють її під час проведення робіт. Реалізація проекту досить часто свідчить, що використовувалася не одна, а декілька методологій, з елементів яких саме для конкретного проекту і склалася методологія, певним чином найкраща з усіх відповідно до вимог замовника і фаховості розробників.

Апробовані методології розробки корпоративних інформаційно-аналітичних систем (КІАС) спрямовані на формалізацію процесу створення, зниження його складності за рахунок повного та точного опису цього процесу і застосування сучасних методів до технологій побудови системи протягом усього її життєвого циклу, на розробку системи, яка відповідала би вимогам замовника на момент завершення проекту, а не тільки на його початку, і не встигала б функціонально і

технічно застаріти на момент впровадження [1]. Методи управління розробкою необхідного програмного забезпечення (ПЗ) КІАС зорієнтовані на узгодження визначеної техніко-технологічної платформи з конкретними вимогами предметної сфери і реалізованої моделі управління.

КІАС є складними комп'ютерними системами, в яких відбувається накопичення, зберігання даних і вилучення з них інформації для одержання нового знання. КІАС притаманна територіальна розподіленість компонентів при інтегрованості інформаційних ресурсів, модульність побудови, масштабованість, інтегрованість з програмними продуктами різних розробників, а також з веб-технологіями, відкритість, багатоплатформність, дво- чи трирівнева архітектура (клієнт-сервер), наявність засобів підтримки професійної аналітичної діяльності [2]. Функціональна та поведінкова складність, постійна змінність кількості користувачів і підключеного обладнання, перманентна модифікація складових КІАС унеможливають побудову адекватної математичної моделі для вичерпного опису функціонування КІАС, відповідно й гарантування надійного функціонування у чітко визначених умовах. Забезпечити безперервне функціонування, безвідмовність, високу надійність корпоративної інфраструктури на основі КІАС, гарантувати доступність, достовірність і необхідний рівень конфіденційності корпоративної інформації можливо за умов врахування та використання властивостей, що з'являються у складних систем, таких як природна надмірність, адаптивність, стійкість до відмов і різноманітних зовнішніх впливів, живучість. Методи та засоби інтеграції у КІАС механізмів, що спираються на зазначені властивості, і цілеспрямовані на забезпечення функціональної стійкості КІАС чітко не окреслюються сучасними методологіями розробки, хоча у деяких проектах (при розробці «критичних інфраструктур») безумовно застосовуються.

При виборі методології створення КІАС необхідно враховувати правила і методики розподілу завдань у корпорації, існуючі схеми взаємодії співробітників, які можуть бути як формально документовані, так і існувати у формі домовленостей, бути чітко організованими й хаотичними. Методологічно має забезпечуватися:

- відповідність КІАС цілям і задачам корпорації та висунутим вимогам щодо автоматизації ділових процесів (бізнес-процесів);
- створення КІАС із заданими характеристиками якості у задані строки і в рамках визначеного бюджету;
- зручна дисципліна супроводження, модифікації і розвитку КІАС згідно до швидкозмінних вимог у роботі корпорації;
- створення КІАС відповідно до вимог відкритості, переносності та масштабованості;
- користування наявними у корпорації технологіями, засобами комп'ютерної техніки і телекомунікацій, програмним забезпеченням, базами даних тощо.

Програмні засоби та системи (ПЗ та ПС), що впроваджуються у КІАС, розрізняють за методологіями і технологіями розробки [3].

У середині 90-х років ХХ століття в методологіях і технологіях розробки ПЗ і ПС відбувся перехід від програмної інженерії (Software Engineering) до інформаційної інженерії (Information Engineering), основною відмінною особливістю якої стала наявність методів і програмних інструментальних засобів, що підтримують

етап стратегічного планування життєвого циклу програмного забезпечення, на якому аналізується діяльність корпорації з метою підвищення ефективності праці співробітників. Дослідження проводиться на макро-, мікрорівні та рівні організації. На макрорівні відбувається аналіз зовнішнього середовища і приймаються стратегічні рішення, на мікрорівні — аналіз конкурентного середовища і процесів бізнес-взаємодії у ньому, на рівні корпорації — аналіз організаційної структури, бізнес-процесів, інформаційної інфраструктури тощо. Стратегічний аналіз діяльності корпорації є тривалим і трудомістким процесом, вартість помилок на якому дуже висока, оскільки вони можуть призвести до краху корпорації.

CASE-технології (Computer-Aided Software Engineering), що виникли у рамках програмної інженерії, дозволяють значно скоротити час розробки ПС, підвищити їхню якість, а також зменшити витрати на створення. Методології розробки ПС і програмних інструментальних засобів їхньої підтримки (CASE-засобів) найчастіше застосовують технології двох класів: структурних і об'єктно-орієнтованих. До CASE-засобів, що підтримують структурні методи, належать: BPWin, Idef, Silverrun та інші. Сьогодні багатьом фахівцям перспективнішою здається об'єктно-орієнтована методологія, до CASE-засобів якої належать Rational Rose Enterprise Edition, Oracle Developer Suite та інші.

Застосування інтелектуальних методів у CASE-засобах дозволило опрацювати нечітку, неповну, і навіть суперечливу інформацію, і це стало основою для появи нового напрямку в рамках інформаційної інженерії, який отримав назву Knowledge Based Software Engineering.

У дослідженнях зі «штучного інтелекту» спочатку набула розвитку методологія і технології, які базуються на моделях представлення знань і правилах виводу в них. Останніми роками спостерігається тенденція до інтеграції різних напрямів досліджень у цій галузі, зокрема, широко застосовуються методологія створення інтелектуальних систем на моделях представлення знань, м'які обчислення, що поєднують нечітку логіку, нейротехнології та генетичні алгоритми, а також отримав розвиток синергетичний підхід до створення інтелектуальних програмних систем.

Методи зворотного перепроектування і програмно-інструментальні засоби їхньої підтримки дозволяють оптимізувати характеристики створюваних ПС і забезпечити їхню «стиківку» з уже наявними в корпорації ПС.

Одночасно з інформаційною інженерією набув розвитку реінженеринг бізнес-процесів (БПР), змістом якого є «фундаментальне переосмислення і радикальне перепроектування ділових процесів для досягнення різких/стрибокподібних покращень у вирішальних показниках діяльності корпорації, таких як вартість, якість, сервіс і темпи» [3]. Методологія БПР являє собою сукупність методів і засобів, що призначені для кардинального покращення основних показників діяльності корпорації шляхом моделювання, аналізу і перепроектування бізнес-процесів, а також використання CASE-технологій.

Сьогодні набула популярності методологія багатоагентних систем і відповідні технології розробки ПС для КІАС. Поняття агент відповідає апаратно чи програмно реалізованій сутності, яка здатна діяти у напрямку досягнення цілей, що поставлені перед нею власником і/або користувачем. У багатоагентних системах множина автономних агентів діє в інтересах різних користувачів, окремі аген-

ти взаємодіють між собою у процесі вирішення деяких задач. Спільнотою розробників (FIPA — Foundation for Intelligent Physical Agents), які мають за мету стандартизацію агентних технологій, запропоновано ряд специфікацій для безпосереднього використання у багатоагентних системах, серед яких найважливішими є специфікації управління агентами (Agent Management) та мова комунікації агентів (Agent Communication Language).

Визначальною особливістю КІАС є наявність аналітичної складової, що потребує специфічних ПЗ і ПС, орієнтованих на вилучення, опрацювання та накопичення знань і методик роботи у відповідній предметній сфері. Методологія управління знаннями (Knowledge Management) поєднує комплекс методів, що охоплюють пошук і вилучення знань із живих і неживих об'єктів (носіїв знань); структурування та систематизацію знань (для організації зручного збереження та пошуку); аналіз знань (виявлення залежностей та аналогій); актуалізацію (оновлення) знань; поширення знань; генерацію нових знань.

ПЗ і ПС КІАС, що впроваджуються у промислових корпораціях, можуть розроблятися за методологією промислової інженерії, що поєднує методи управління і організації виробництва, найпоширенішими серед яких є JIT (Just-in-time — точно вчасно), OPT (Optimized Production Technology — оптимізація технології виробництва), CIM (Computer Integrated Manufacturing — інтегровані виробництва на базі обчислювальної техніки), CALS (Continuous Acquisition and Life Circle Support — підтримка безперервного життєвого циклу продукції), ERP (Enterprise Resource Planning — управління ресурсами підприємства), MRP (Material Requirements Planning — планування потреб у матеріалах), MRP II (Manufacturing Resource Planning — планування ресурсів виробництва), CAD/CAM/CAE.

Аналіз розробок КІАС свідчить, що поступово зникають межі між різними методологіями, оскільки відбувається інтеграція методів з різних методологій при створенні конкретних ПЗ і ПС для КІАС. Зокрема, інтелектуальні методи застосовуються в інформаційній інженерії (CASE-системи, засновані на знаннях), у реінженерингу бізнес-процесів (використання моделей суджень, заснованих на прецедентах), у багатоагентних технологіях (інтелектуальні агенти).

Інтеграція методів з різних методологій дозволяє підвищити якість проектування; ефективніше використовувати зворотній зв'язок з користувачами для покращення продукції чи послуг; швидше вдосконалювати виробничі та управлінські процеси, підвищувати якість маркетингу, ефективність управління розподілом продукції (це може бути виключно інформаційний продукт) і наявними запасами (архівами тощо). Використання апаратно-програмних платформ архітектури клієнт-сервер, засобів для проведення розподілених паралельних обчислень і управління обчислювальним процесом у гетерогенних мережах, методів і засобів розробки відкритих, переносних, масштабованих застосувань і баз даних, методів швидкої розробки програм тощо дозволяє знизити рівень складності й прискорити процес створення та впровадження КІАС, як основи корпоративної інформаційної інфраструктури [4].

Як вже зазначалося, визначальною особливістю КІАС серед розподілених комп'ютерних систем є наявність розвинутої аналітичної складової, яка, перш за все, орієнтована на підтримку напрацювання обґрунтованих стратегічних і поточ-

них управлінських рішень стосовно діяльності корпорації, науковий аналіз різнобічної інформації про явні і приховані процеси, що відбуваються в керованій структурі й у зовнішньому середовищі. У КІАС підвищеної живучості аналітична складова інтегрує проблемно-орієнтовані засоби підтримки аналітичної діяльності і системні аналітичні ресурси. Проблемно-орієнтовані засоби аналітичної складової здебільшого є реалізацією специфічних методик та інформаційним ресурсом, що узагальнює досвід і знання фахівців корпорації. Як правило, вони придатні для реалізації із застосуванням засобів автоматизації, але іноді можливо їхнє використання поза комплексом засобів автоматизації у разі алгоритмізації процесу аналізу. Системні аналітичні ресурси можуть стати базою для вирішення завдань забезпечення живучості корпоративної інфраструктури шляхом застосування інтегрованих механізмів підвищення живучості КІАС (основи інфраструктури). Механізми реорганізації, реконфігурації і реконструкції можуть забезпечити змінення загальносистемної цілі КІАС, або визначення змін в алгоритмі функціонування чи дисциплінах доступу до електронних ресурсів в умовах наявності непередбачуваних впливів на КІАС і накопичення збоїв, за наявності інтенсивних цілеспрямованих зовнішніх і внутрішніх інформаційних впливів.

Сучасним КІАС, у яких за методологією розробки не інтегровані механізми підвищення живучості, до деякої міри притаманна живучість, адже відмова окремих елементів не призводить до виходу з ладу всієї системи, до того ж усунення несправності часто проводиться автоматично, і алгоритм функціонування КІАС може змінюватися залежно від параметрів зовнішнього середовища.

Для КІАС підвищеної живучості характерна наявність спеціальних механізмів забезпечення живучості — механізмів розпізнавання, компенсації, відновлення, адаптації, реконструкції, реконфігурації та реорганізації. До складу КІАС чи окремих її підсистем мають входити засоби, що здатні визначати режим функціонування системи, виходячи з наявних внутрішніх ресурсів, стабілізувати роботу системи за рахунок перебудови структури, зміни функцій та поведінки окремих підсистем. Вибір поведінки у системах підвищеної живучості виконується відповідно до змін зовнішнього середовища та функціонального інваріанту системи [5] і передбачає наявність деякої множини можливих варіантів наслідків, об'єднаних загальною властивістю відповідності одній зовнішній причині у даних умовах. Змінювати поведінку можуть тільки системи, які в принципі виключають жорсткий зв'язок зовнішньої причини вибору з фактичною поведінкою системи у результаті вибору (зовнішні причини викликають наслідки, які не можуть бути передбачені однозначно).

Забезпечення живучості такої складної системи як КІАС є завданням комплексного характеру, виконати яке разовими конкретними заходами неможливо, потрібна безперервна спрямована послідовність дій, що виконуються протягом усього життєвого циклу системи. Такого роду завдання мають бути враховані методологією розробки системи, відбиті у концептуальних підходах, мають бути розроблені і впроваджені методи, методики та спеціальні засоби.

Для ефективного застосування методів і засобів забезпечення й підвищення живучості КІАС необхідно, щоб методологічні основи розробки враховували вимоги, що накладаються ідеологією забезпечення живучості, зокрема [2]:

- можливість заміни будь-якого компонента системи без потреби в її повній зупинці;
- взаємозамінність компонентів і модулів системи;
- зниження цінності кожного конкретного компонента або модуля системи для її функціонування в цілому;
- забезпечення гнучкості архітектури системи, тобто здатності системи до реконфігурації й адаптації;
- забезпечення можливості незалежної зупинки частини функцій системи без утрати її функціонування в цілому.

Як правило, КІАС не створюють «з нуля», а будують на базі наявних технологій, апаратних і програмних засобів загального призначення. Більшість наявного апаратного й програмного забезпечення загального призначення не задовольняє зазначеним вище вимогам, оскільки методологіями розробки комп'ютерних систем гарантувалися надійність, часом відмовостійкість і безпека, тобто вимоги стосовно підвищення живучості не висувалися взагалі. В існуючій ситуації перехід від ідеологій надійності, відмовостійкості, безпеки до ідеології живучості стає чинником розвитку не лише комп'ютерної техніки та технологій, а й фактором подальшого опрацювання методологічних питань розробки.

Механізми забезпечення й підвищення живучості, впроваджені у КІАС, є її невід'ємною частиною, і еволюція системи неодмінно зумовлює еволюцію цих механізмів, що ґрунтуються на інформаційних технологіях і мають розвиватися, використовуючи нові технологічні можливості. Методологія створення КІАС має передбачати не лише інтеграцію механізмів забезпечення живучості, але й їх еволюцію протягом всього життєвого циклу КІАС.

Користуючись принципами методології функціональної стандартизації інформаційних технологій при проектуванні КІАС, можливо не лише забезпечити певну гнучкість у формуванні та використанні базових стандартів і нормативних документів різного рівня, виділення в них вимог і рекомендацій, що потрібні для реалізації системної цілі, але й системно у різних профілях інтегрувати механізми та задіяти засоби підвищення живучості КІАС.

Профіль визначається як сукупність декількох (або підмножина одного) базових стандартів з чітко визначеними та гармонізованими підмножинами обов'язкових і факультативних можливостей, які необхідні для реалізації однієї з функцій, що складають ціль функціонування КІАС, чи групи таких функцій [6]. На базі однієї сукупності базових стандартів можуть формуватися і затверджуватися різноманітні профілі для різних проектів комп'ютерних систем. Обмеження базових документів профілю і їхнього узгодження, яке виконується розробниками, повинно гарантувати якість, сумісність і коректну взаємодію компонентів КІАС у відповідній сфері використання.

Згідно з методологією функціональної стандартизації для КІАС виокремлюють профілі, які регламентують архітектуру і структуру системи, та ті, що регламентують процеси проектування, розробки, застосування, супроводу та розвитку системи. Еталонна модель середовища відкритих систем (OSE/RM) визначає розподіл будь-якої КІАС, як інформаційної системи, на дві складові: застосування (прикладні програми та програмні комплекси) і середовище, у якому ці застосу-

вання функціонують. Між застосуваннями і середовищем визначаються стандартизовані інтерфейси (API — Application Program Interface), які є необхідною частиною профілю будь-якої відкритої системи. До того ж у профілях можуть визначатися уніфіковані інтерфейси взаємодії функціональних частин між собою та інтерфейси взаємодії між компонентами середовища системи. Специфікації функцій, що реалізуються у КІАС, та інтерфейсів взаємодії можуть бути подані у вигляді профілів компонентів системи. Таким чином, профілі КІАС, які мають, як правило, ієрархічну структуру, включатимуть [6]:

- стандартизований опис функцій, які виконуються даною КІАС;
- функції взаємодії КІАС із зовнішнім середовищем;
- стандартизовані інтерфейси між застосуваннями і середовищем системи;
- профілі окремих функціональних компонент, що входять до складу системи.

Для КІАС підвищеної живучості доцільно вибудувувати наступні функціональні профілі:

- профіль прикладного програмного забезпечення;
- профіль середовища системи;
- профіль захисту інформації у КІАС;
- профіль інструментальних засобів, що вбудовані у систему.

Прослідкуємо впровадження засобів підвищення живучості КІАС та інтеграцію відповідних механізмів у кожний з функціональних профілів системи.

Прикладне програмне забезпечення завжди проблемно-орієнтоване і визначає основні функції КІАС. Воно зазвичай ґрунтується на тих методологіях і технологіях розробки програмних засобів, що згадані вище. У функціональних профілях КІАС підвищеної живучості мають визначатися певні вимоги до створюваного ПЗ, зокрема, до застосування процедур верифікації, до контролю функціонування ПЗ за допомогою вбудованих контрольних точок, процесів відновлення при збоях і часткових відмовах тощо. Функціональні профілі системи повинні включати узгоджені базові стандарти і мають узгоджуватись між собою. Необхідність такого узгодження виникає, перш за все, при використанні стандартизованих API, зокрема, інтерфейсів застосувань із середовищем їхнього функціонування та із середовищами захисту інформації. При узгодженні функціональних профілів можливо уточнення профілю середовища системи і профілю вбудованих інструментальних засобів створення, супроводу і розвитку прикладного програмного забезпечення.

Профіль середовища КІАС, як розподіленої системи, повинен включати стандарти протоколів транспортного рівня, стандарти локальних мереж, а також стандарти засобів сполучення системи, яка проектується, із мережами передачі даних загального призначення.

Вибір апаратних платформ КІАС пов'язаний із визначенням параметрів обчислювальних потужностей серверів і робочих станцій відповідно до проектних рішень з розподілення функцій між клієнтами та серверами; ступенем масштабування апаратних платформ, вимогами щодо забезпечення відмовостійкості, надійності, живучості. Відповідно до визначених оцінок структурної та функціональної живучості у профілі середовища визначаються необхідні рівні резервування для

засобів зв'язку та конкретних апаратних пристроїв (процесорів, адаптерів, пам'яті тощо).

Профіль середовища має містити стандарти, які визначають параметри технічних засобів і способи їхнього вимірювання.

У корпоративному робочому середовищі доцільно застосування сучасних технологій віртуалізації, які дозволяють суттєво скоротити витрати на адміністрування КІАС (зменшенням кількості висококваліфікованого персоналу) завдяки централізованому управлінню серверами віртуальних машин у масштабах корпорації. Створення бібліотеки шаблонів віртуальних машин — наборів образів встановлених ОС, які можуть бути розгорнуті у КІАС за лічені хвилини, дозволяє користувачам створювати зручні для кожного робочі місця. Збалансоване навантаження на фізичні сервери системи досягається завдяки моніторингу завантаження трафіку КІАС і розміщення віртуальних машин з урахуванням завантаження фізичних серверів. Міграція (конвертація) фізичних серверів у віртуальні машини без призупинення їхньої роботи надає можливість резервування цілого сервера КІАС (в on-line режимі). У разі виходу цього сервера з ладу, можна протягом хвилини запустити віртуальний сервер і продовжити роботу програмних застосувань [7].

Використання віртуальних рішень для КІАС значно скорочує кількість необхідних серверів, а відповідно скорочується кількість потрібної вільної площі, електричної енергії, охолодження. Сьогодні технологія віртуалізації серверів широко застосовується, оскільки це дозволяє обчислювальним центрам надавати ресурси за вимогою (on the fly) для специфічних застосувань і сприяє розвитку таких тенденцій як надання програмного забезпечення у вигляді сервісу (Software as a service, SaaS) та «хмарних обчислень» (Cloud Computing) [8].

У зв'язку з поширенням віртуалізації і впровадженням хмарних сервісів, що надаються динамічно, у корпоративному середовищі необхідно контролювати не лише фізичну, а й віртуальну інфраструктуру. Якщо корпорація не вважає можливим передачу внутрішньої інформації третій стороні, то застосовується концепція внутрішніх (приватних) хмар, коли користувачі мають доступ до «хмарних» сервісів лише у стінах корпорації, що захищені мережевим екраном.

Профіль захисту інформації має забезпечувати реалізацію політики інформаційної безпеки, яка розробляється у відповідності з потрібною категорією безпеки та критеріями безпеки, заданими у технічному завданні на розробку КІАС. Методологія побудови профілю захисту інформації у КІАС підвищеної живучості (типу клієнт-сервер) передбачає чітке визначення компонентів системи, які відповідають за ті чи інші функції, служби та послуги, та засобів захисту інформації, вбудованих у ці компоненти, а також визначення механізмів підвищення живучості КІАС. Функціонально область захисту інформації включає наступні функції захисту, що реалізуються різними компонентами КІАС:

- функції, які реалізуються операційною системою;
- функції захисту від несанкціонованого доступу, що реалізуються на рівні програмного забезпечення проміжного шару;
- функції управління даними, які реалізуються СУБД;
- функції захисту програмних засобів, включаючи засоби захисту від вірусів;

— функції захисту інформації при обміні даними у розподілених системах, включаючи криптографічні функції;

— функції адміністрування засобів безпеки, включаючи функції управління механізмами підвищення живучості.

Профіль захисту інформації має визначати методи та засоби виявлення у використаних апаратних і програмних засобах недекларованих можливостей, методи та засоби резервного копіювання та відновлення інформації при відмовах і збогах апаратури.

Проектування профілю захисту КІАС передбачає розробку політики безпеки, обґрунтований вибір засобів захисту, їхню інтеграцію до базової структури КІАС. Засоби захисту комп'ютерних систем, що вбудовані у мережевих екранах (*firewall*), серверах аутентифікації, системах розмежування доступу тощо, спрацьовують у разі виникнення конкретного передбаченого впливу (атаки). Ці засоби блокують, а не запобігають атакам, здебільшого захищаючи від атак, які вже здійснюються.

Профіль захисту КІАС підвищеної живучості має містити вказівки на механізми розпізнавання, протидії, компенсації, відновлення та адаптації, що містять спеціалізовані засоби пошуку вразливостей, і не лише вчасно виявляють, а й надають способи усунення ризиків безпеки. У КІАС підвищеної живучості доцільним є реалізація адаптивних систем захисту, засоби яких контролюють, виявляють і реагують у реальному часі на ризики безпеки. Використання моделі адаптивного керування безпекою (*Adaptive Network Security, ANS*) дозволяє контролювати більшість загроз, своєчасно на них реагувати й аналізувати причини, що призводять до їхньої появи [9].

Технологія адаптивного захисту (технологія *ANS*) дозволяє забезпечити:

— автоматичну реконфігурацію міжмережевих екранів, маршрутизаторів, комутаторів та інших засобів для відбиття атаки у реальному масштабі часу, запобігання подальшому проникненню порушника у мережу (*Active Response*);

— формування надійної конфігурації систем захисту для різних груп користувачів (*Lock Down*);

— прийняття своєчасних та ефективних рішень і планування захисту інформаційних ресурсів на основі аналізу великої кількості даних від усіх засобів захисту та мережевих пристроїв (*Decision Support*);

— інтегроване адаптивне керування безпекою мережі з платформи адміністрування і керування (*Adaptive Security Network Management*).

Базовими для організації систем адаптивного захисту є механізми адаптації. Технологія *ANS* має вагомні переваги — ця технологія надає змогу відслідковувати, прогнозувати порушення безпеки та реагувати на них, і складність реалізації технології *ANS* досить висока.

Системи захисту інформаційного середовища та інформаційного ресурсу КІАС підвищеної живучості можна будувати за схемами «що, якщо», а не за класичними схемами «захист від». Наявність механізмів підвищення живучості дозволяє відреагувати на небажаний вплив і забезпечити перехід системи у безпечний для неї стан ще до проведення аналізу причин події (наприклад, порушення безпеки). Засоби підвищення живучості можуть бути використані для цілеспрямованої зміни конфігурації програмно-апаратних засобів КІАС з метою підвищення

рівня захисту, ускладнення реалізації атак на систему, відвернення атак, протидії виникненню нештатних ситуацій, продовження чи подовження функціонування системи у нештатних ситуаціях, для реалізації «безпечної зупинки», повного чи часткового відновлення функціонування КІАС тощо. Аудит безпеки і моніторинг стану КІАС за допомогою механізмів розпізнавання та протидії дозволяють розпізнавати та оперативно реагувати на ризики безпеки завдяки реалізації наступних функцій, що орієнтовані на підвищення захищеності інформаційного ресурсу:

- викриття несанкціонованої діяльності (навмисної чи випадкової) та відвертання можливих наслідків у реальному масштабі часу;
- відвертання хакерських атак на критичні застосування та системні сервіси;
- виконання заданої послідовності дій у разі виявлення спроб вторгнення у систему (для припинення з'єднання з порушником, зміни конфігурації вузлів мережі, повідомлення адміністратору тощо);
- реєстрації діяльності користувачів системи і аналіз отриманих даних для відвернення подальших спроб порушення політики безпеки за вже відомими схемами;
- аналізування наявної конфігурації системи для виявлення та усунення вразливостей.

Завдяки наявності механізмів реконфігурації можна реалізувати автоматичну реконфігурацію міжмережевих екранів, маршрутизаторів, комутаторів та інших засобів для відбиття атаки на КІАС у реальному масштабі часу. Створити кордон й унеможливити подальше проникнення порушника до КІАС; динамічно сформувати надійну конфігурацію систем захисту для різних груп користувачів відповідно до їхніх повноважень.

Механізми реконструкції та реорганізації, протидії та відновлення, адаптації доцільно використовувати для поліпшення захисту критичних інформаційних ресурсів КІАС (наприклад, аналітичних ресурсів), забезпечення своєчасності та підвищення ефективності рішень щодо захисту КІАС у цілому.

Безпека і захищеність КІАС підвищеної живучості має підтримуватися не стільки обмеженням доступу до ресурсів системи, скільки виявленням і скасуванням спроб аномального їх використання, прогнозуванням аварійних ситуацій та ліквідацією їхніх наслідків за рахунок гнучкої адаптації структури системи у разі виникнення відмов, часткової втрати чи тривалого блокування ресурсів тощо. Розв'язання проблем безпеки для корпоративної інфраструктури, де застосовуються віртуальні технології, можливе шляхом шифрування даних і спеціальних сервісів, які розробляються і впроваджуються у нові апаратні та програмні засоби.

Профіль інструментальних засобів, що вбудовані у КІАС, має відображати рішення стосовно вибору методології і технології створення, супроводу й розвитку системи. У цьому профілі повинні міститися посилання на опис обраних методологій і технологій, який виконаний на стадії ескізного проектування КІАС. Склад інструментальних засобів визначається на основі рішень і нормативних документів про організацію супроводу і розвитку КІАС. Обов'язковим є уточнення правил і порядку, що регламентують внесення змін до діючих систем. Функціональна область профілю інструментальних засобів, вбудованих у КІАС підвищеної

живучості, охоплює функції централізованого управління й адміністрування, що пов'язані із:

- контролем продуктивності й коректності функціонування КІАС у цілому;
- управлінням конфігурацією прикладного програмного забезпечення, тиражуванням версій;
- управлінням доступом користувачів до ресурсів системи і конфігуруванням ресурсів, а також їхньою реконфігурацією;
- управлінням реорганізацією, налаштуванням застосувань у зв'язку зі зміною прикладних функцій КІАС;
- налаштуванням користувацьких інтерфейсів;
- веденням баз даних;
- реконструкцією та відновленням працездатності системи після збоїв і аварій.

Безперервне та коректне функціонування КІАС іноді стає найбільш актуальною вимогою. КІАС повинна виконувати всі «критичні» функції, які забезпечують життєдіяльність корпорації за будь-яких умов, а це потребує наявності механізмів адаптації до нових, змінених і, як правило, непередбачуваних ситуацій, протидії несприятливим впливам. Реалізувати адаптаційні можливості, задіяти механізми забезпечення живучості КІАС можна лише у разі наявності відповідних схем управління, тобто у разі проектування КІАС за методологією, що враховує засади теорії живучості.

У сучасних КІАС зазвичай є засоби, які забезпечують визначення оптимального режиму функціонування за рахунок власних ресурсів КІАС, перебудову структури, зміну функцій окремих компонентів (підсистем) та зміну їхньої поведінки. Зрозуміло, що обов'язкові і факультативні можливості цих механізмів неможливо чітко визначити лише в одному з функціональних профілів системи. Вони потребують визначення і гармонізації в усіх профілях, які необхідні для реалізації однієї з функцій, що складають ціль функціонування КІАС, чи групи таких функцій. Узгодженість документів кожного профілю та відповідні обмеження забезпечать якість, сумісність і коректну взаємодію компонентів КІАС, інтегрованих механізмами забезпечення живучості. Спираючись на механізми забезпечення живучості, можна забезпечити функціонування КІАС з належною якістю в умовах небажаних впливів різної природи.

Методологією проектування КІАС підвищеної живучості, функціонування яких відбуватиметься в умовах виникнення та накопичення різноманітних відмов і збоїв, передбачається наявність у профілях інструментальних засобів і захисту описів засобів, використаних або розроблених у складі проекту, що інтегруються у механізми динамічної реконфігурації, реконструкції та реорганізації системи. Нажаль, у більшості концепцій інтеграції складових КІАС і технології розробки та впровадження систем цього класу немає ґрунтовних практичних рекомендацій щодо формування профілів КІАС з наскрізними системними рішеннями із застосування напрацьованих моделей функціональної, структурної реконфігурації КІАС і відповідних методик реконфігурації інфраструктури системи для забезпечення гнучкості її до вимог користувачів та адаптації до непередбачуваних умов роботи. Спеціальні засоби підвищення живучості повинні бути інтегровані майже в усі компоненти та складові КІАС і буквально пронизувати усі її профілі.

Розробка та впровадження КІАС — це безумовно складний, тривалий за часом і наукомісткий проект, який потребує чіткої методології управління та технологій реалізації. Проекти створення КІАС все частіше стають екстремальними проектами, у яких бажаний швидкий темп розробки, превалює непередбачуваність і багатократні зміни, тому зрозумілою є потреба у розвитку методології створення КІАС на концептуальних засадах теорії живучості складних систем і адаптивним підходом до управління розробкою. Слід зазначити, що розвиток методології на нових концептуальних засадах не є відмовою від відомих визнаних практик управління і реалізації проектів, методів розробки і тестування програмних систем, це новий погляд на те, як їх використовувати з урахуванням нових ризиків і проблем.

1. *Пароджанов С.Д.* Методология создания корпоративных ИС [Электронный ресурс] // Корпоративные базы данных'96. Материалы технической конференции. — Режим доступа: <http://www.ods.com.ua/win/rus/db/kbd96/index.htm>
2. *Додонов О.Г.* Системні дослідження живучості та безпеки складних технічних систем / О.Г. Додонов, О.С. Горбачик, М.Г. Кузнецова // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2010. — Т. 12, № 2. — С. 202–208.
3. *Головина Е.Ю.* Интеллектуальные методы для создания информационных систем: учеб. пособ. / Е.Ю. Головина. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 102 с.
4. *Розподілені комп'ютерні системи як складові інформаційних інфраструктур* / В.П. Горбулін, О.Г. Додонов, О.С. Горбачик, М.Г. Кузнецова // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2008. — Т. 12, № 4. — С. 19–24.
5. *Додонов О.Г.* Живучість складних систем: аналіз та моделювання: навч. посіб. у 2-х частинах / О.Г. Додонов, О.С. Горбачик, М.Г. Кузнецова. — К.: НТУУ «КПІ», 2009. — 264 с.
6. *Петров В.Н.* Информационные системы: учебник для ВУЗов / В.Н. Петров. — СПб.: Издательский дом «Питер», 2003. — 688 с.
7. *Цимбал А.А.* Технология создания распределенных систем. Для профессионалов / А.А. Цимбал, М.П. Аншина. — СПб.: Питер, 2003. — 576 с.
8. *Кен Вон.* Виртуализация и автоматизация / Кен Вон // Журнал сетевых решений LAN. — 2011. — № 7–8. — С. 43–45.
9. *Маслова Н.А.* Принципы адаптации в защите корпоративных систем / Н.А. Маслова, В.В. Шамаев // Штучний інтелект. — 2010. — № 4. — С. 421.

Надійшла до редакції 22.05.2012