



## МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ЗАХИЩЕНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА БАЗІ КАНАЛІВ ЗАГАЛЬНОГО ДОСТУПУ

А. Захаржевський [ORCID: 0000-0001-7019-9949]

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, проспект Повітрофлотський, 28,  
м. Київ, 03049, Україна

Відповідальний за рукопис: А. Г. Захаржевський (a.zakharzhevskiy12@gmail.com).

(Подано 18 вересня 2023)

У статті вирішено нове актуальне наукове завдання щодо формування методології побудови перспективних захищених інфокомунікаційних мереж спеціального призначення. Проаналізовано архітектуру побудови та вперше подано нову класифікацію інфокомунікаційних мереж за функціональною декомпозицією. Визначено зміст структурних складових мережі на рівні “мережа”, “система”, “інфокомунікаційна мережа”. Розроблено новий функціональний опис образу перспективної мережі та її якості. На основі аналізу міжнародних та спеціальних стандартів вперше запропоновано декомпозицію сфери застосування в інфокомунікаційних мережах спеціального призначення. Запропоновано нові наукові підходи до проектування захищених інфокомунікаційних мереж спеціального призначення, які передбачають функціонально-структурний та структурно-функціональний підхід. Відповідно до запропонованих підходів у роботі подано перелік та описання моделей побудови інфокомунікаційних мереж спеціального призначення. Розкрито їх зміст, обмеження щодо застосування, переваги та недоліки окремих моделей. Сформовано нове наукове завдання на проектування перспективної захищеної інфокомунікаційної мережі спеціального призначення на основі каналів загального доступу та подано його загальний опис.

**Ключові слова:** інфокомунікаційна мережа; архітектура побудови; образ мережі.

**УДК:** 621.391

### 1. Вступ

У сучасних умовах напружених соціально-цивілізаційних збурень, воєнно-політичних та економічних протистоянь питання передавання та оброблення інформації з обмеженим доступом потребує постійного вирішення завдання щодо надійного захисту її масивів від несанкціонованого доступу. Одним зі способів підвищення ефективності захисту інформації є застосування для її передавання захищеної інфокомунікаційних мереж спеціального призначення на основі каналів загального доступу.

Функціонально інфокомунікаційні мережі спеціального призначення реалізують процеси збирання, оброблення, накопичення, зберігання, пошуку і передавання інформації між спеціальними об'єктами в співвідношенні з її ієрархічною функціональною структурою. Наведені особливості є об'єктивними і дають змогу виділити інфокомунікаційні мережі спеціального при-

значення в окремий клас інфокомунікаційних мереж. Під терміном “інфокомунікаційна мережа спеціального призначення” (ІКМСП) розумітимемо інфокомунікаційне середовище, створене для забезпечення автоматизованого ефективного управління та передавання конфіденційних даних об’єктами спеціального призначення, що має вихід на телекомунікаційні мережі загального користування.

В інфокомунікаційній мережі спеціального призначення на базі каналів загального доступу через особливості побудови її на основі мережі загального користування на фоні великих обсягів трафіку виникають достатньо складні завдання із управління його передаванням. Вказані завдання характеризуються високою неоднорідністю, що спричинено великою кількістю різноманітних напрямів діяльності, складним та розгалуженим розподілом елементів та систем діючої ІКМСП. А складність адміністрування та організації виконання завдань проєктування і побудови нової ІКМСП потребує великих обсягів часу. Крім того, режими роботи перспективної мережі та їх особливості щодо захисту інформації зумовлюють певні вимоги до властивостей та параметрів ІКМСП [1]. Це пов’язано з видом діяльності, внутрішньою побудовою, системою управління мережею, цілями та завданнями мережі, прийнятими протоколами роботи з документами та інформацією, алгоритмами забезпечення безпеки тощо.

Важливо на всіх етапах життєвого циклу системи, особливо під час проєктування, забезпечити глобальний підхід, а саме мати загальне уявлення про систему, що складається з проєкцій, які отримують внаслідок її розгляду з різних точок зору.

Водночас формування нового загального підходу та дослідження питань розбудови перспективної ІКМСП вимагають попереднього вирішення низки часткових завдань із аналізу можливих завдань передавання захищеної інформації та пов’язаної з цим архітектури її побудови, яка формується із урахуванням мети функціонування та ґрунтується на визначених завданнях функціонування мережі. Архітектура побудови, своєю чергою, забезпечує підхід до формування функціонального образу структури ІКМСП та обґрунтування її структурних складових на різних рівнях розбудови. Окремого вирішення потребують завдання із функціонального опису образу перспективної мережі та окремого опису її якості, зумовлені визначеною сферою застосування та завдань ІКМСП.

Нові науково обґрунтовані результати, які можна сподіватися отримати, вирішивши попередньо визначені часткові завдання, дають змогу сформувати та обґрунтувати нові загальні підходи до безпосереднього проєктування захищеної ІКМСП. На основі вказаних загальних підходів надалі здійснюється визначення і обґрунтування переліку можливих моделей побудови ІКМСП. Розкрито їх зміст, переваги, недоліки і обмеження на застосування кожної моделі.

Отже, формується нова актуальна наукова задача щодо формування методології побудови захищених інфокомунікаційних мереж спеціального призначення на базі каналів загального доступу, на розв’язання якої спрямована ця робота.

## 2. Архітектура та сфери функціонування захищеної ІКМСП

Аналіз низки відомчих діючих і проєктованих мереж, які можна зарахувати до розряду інфокомунікаційних мереж спеціального призначення, показує, що такі мережі [2, 3]:

- проєктують і будують із жорстким орієнтуванням на розв’язання функціональних задач об’єктів спеціального призначення;
- являють собою організаційно-технічне об’єднання засобів зв’язку і автоматизації;
- ресурс інфокомунікаційних мереж загального користування використовують здебільшого для інформаційного обміну об’єктів спеціального призначення;
- реалізуються на основі обладнання, яке є втіленням найсучасніших технологій;
- створюються з урахуванням забезпечення найвищих вимог інформаційної безпеки.

Зважаючи на вказані особливості, для перспективної захищеної ІКМСП визначимо такі структурні складові:

– **мережі**: активні елементи мережі – маршрутизатори, комутатори, концентратори, розгалужувачі, що комутуються, програмне забезпечення активних компонентів, вузли мережі – сервери та клієнтські місця, люди, що обслуговують елементи та вузли мережі;

– **системи**: операційні системи, бази даних, проміжне програмне забезпечення, бізнес-додатки;

– **сервіс телекомунікаційних технологій**: передусім, пріоритетно орієнтованих на споживачів інформаційного сервісу відповідно до основного бізнесу мережі.

Сервіс телекомунікаційних технологій призначений для вирішення часткових завдань, пов'язаних з діалогом користувачів і системи, запуском необхідних механізмів передавання трафіку, оцінюванням якості роботи модулів системи, управлінням її конфігурацією та аналізом змінних умов.

ІКМСП прийнято класифікувати за певним функціональними ознаками [1, 3, 4].

За функціями програмних компонентів:

– рівень уявлення;

– прикладний рівень;

– рівень доступу до інформаційних ресурсів.

За прикладною функціональністю:

– організаційна структура;

– бізнес-функції;

– об'єкти керування;

– облік та аналіз.

За елементами мережі та мережевого управління:

– інтерфейс;

– репозитарій загальних об'єктів;

– керуючі менеджери;

– агенти.

Подана вище класифікація ІКМСП та її архітектура є основою для розроблення нових та удосконалення наявних інфокомунікаційних мереж.

Технічне задання на формування образу майбутньої ІКМСП можна подати у вигляді [4]:

$$S = \sum_{k=1}^K U_k, \quad (1)$$

де рівень уявлення (сфера функціонування системи)  $U_k = f(V_1, \dots, V_j)$  – деяка функція факторів, що враховуються під час проектування;  $k \in [1, K]$  – кількість аналізованих рівнів.

Оскільки структури рівнів уявлення (сфер функціонування) – по суті проєкції єдиної структури системи ІКМСП, досягти повної незалежності проєктування окремо різних сфер функціонування неможливо. Тому під час проєктування, незалежно від рівня розгляду сфер функціонування системи, необхідно контролювати якість усієї створюваної системи [4]:

$$F_0(S) = f(F_1(U_1), \dots, F_k(U_k)), \quad (2)$$

де  $F_k(U_k)$ ,  $k \in [1, K]$  – якість проєктування окремого рівня подання  $U_k$ .

Набір застосованих сфер функціонування має забезпечувати глобальний підхід, тобто відображати всі аспекти, які необхідно враховувати під час створення системи.

З урахуванням (1)–(2) можна виділити такі рівні уявлення (сфери функціонування ( $S_{f_k}$ ,  $k = 1, 2, 3$ )) ІКМСП [1, 2]:

– **функціональний рівень**  $U_1$  (система як сукупність елементів управління у межах реальних адміністративних відносин);

- *рівень безпеки*  $U_2$  (система як сукупність необхідних функцій захисту та їх розташування щодо потоків інформації в мережі, що розглядається);
- *рівень забезпечення живучості*  $U_3$  (система як деяке фізичне середовище передавання даних, що забезпечує працездатність за наявності несправностей або за цілеспрямованого впливу на вузли та елементи ТС).

Виділення саме таких рівнів дає змогу не лише проєктувати телекомунікаційну систему, це орієнтує проєктування на урахування цілей, що стоять перед системою. Всі інші уявлення ТЗ можуть бути зведені до сукупності перерахованих рівнів.

### 3. Аналіз стандартів проєктування захищених ІКМСП

Проєктування та методичну підтримку організації розробки телекомунікаційних систем традиційно регламентують багато стандартів. У них входять різні матеріали за ступенем обов'язковості, конкретності, деталізації, відкритості, гнучкості та адаптованості до конкретних умов.

#### *Міжнародні стандарти.*

До міжнародних стандартів SOFTWARE належать [1, 5, 6]:

LIFE CYCLE PROCESSES (ISO/IEK 12207), SPICE – SOFTWARE PROCESS ASSESSMENT (ISO/IEK 15507), методики корпорації Oracle CUSTOM DEVELOPMENT METHOD (Oracle CDM), PROJECT DEVELOPMENT METHOD (ORACLE PJM).

Стандарти ISO/IEK найглобальніші, оскільки розглядають весь цикл програмного забезпечення інформаційних систем. Вони призначені для регулювання двосторонніх відносин між замовником і розробником. Процес розроблення є лише одним із п'яти основних процесів життєвого циклу та поділений на набір дій, а кожна дія – на набір завдань. Стандарт не є обов'язковим, не передбачає будь-яких етапів, фаз, стадій, певної послідовності, не містить конкретних методів та готових рішень, що забезпечує високий рівень адаптивності.

#### *Спеціальні стандарти*

Конкретнішою та деталізованішою, наближенішою до конкретних інструментів Oracle (Designer/2000, Developer/2000) є методика Oracle CDM. Життєвий цикл інформаційної системи формується із процесів, які паралельно виконуються протягом кількох певних етапів.

Основні процеси, що розглядаються в Oracle CDM:

1. Визначення вимог.
2. Аналіз наявних систем.
3. Визначення технічної архітектури системи.
4. Проєктування та побудова бази даних.
5. Проєктування та побудова модулів програмного забезпечення.
6. Перетворення даних.
7. Документування.
8. Тестування.
9. Навчання.
10. Передавання замовнику (інсталяція).
11. Підтримка та супровід.

Процеси складаються із послідовностей завдань, завдання різних процесів явно взаємопов'язані.

CDM пов'язана з методикою Oracle PJM організації управління проєктом, що розглядає питання контролю складу та якості робіт, підбору персоналу та організації інфраструктури для здійснення проєкту.

Необхідно зауважити, що жоден із розглянутих матеріалів аналізу стандартів не є повним, не визначає всі види дій і завдань, що реально необхідні для проєктування мереж широкого застосування та методик, орієнтованих на конкретні програмні інструменти для застосування їх у майбутніх захищених ІКМСП.

#### 4. Формування загального підходу до розбудови перспективної ІКМСП

Існує кілька загальних підходів до проєктування складних інфокомунікаційних мереж загального призначення. За основу їх формування прийемо узагальнення загальних вимог до ІКМСП як окремої складної інваріантної системи. Будь-яка складна система  $S$  – це деяка комбінація первинних елементів  $\{s\}$ , об'єднаних за композиційними законами  $Z_d$  і виділених відповідно до основи  $A_e$  з універсальної множини первинних елементів  $S_a$  [3, 4, 7]:

$$S = \cup S_m \subseteq S_a, m \in [n, A_e, Z_d], \quad (3)$$

де  $n \in [1, N], d \in [1, D], e \in [1, E]$ .

Система  $S$  отримує у результаті взаємодії елементів  $\{s\}$  (для телекомунікаційної системи це технічні та апаратно-програмні засоби, технологія роботи з інформацією) деякі інтегральні властивості  $K_p$ , що визначають здатність системи задовольняти деякий набір вимог  $K_q$ .

Зважаючи на це, завдання проєктування полягає у визначенні композиції первинних елементів  $\{s\}$ , виділених на підставі  $A_e$  із множини первинних елементів  $S_a$  і об'єднаних за композиційними законами  $Z_d$  так, що в результаті цього об'єднання з'являються властивості  $K_p$ :

$$K(\cup S_m) = K_p \geq K_q, m \in [n, A_e, Z_d], \quad (4)$$

де  $n \in [1, N], d \in [1, D], e \in [1, E]$ .

Для цього використовуються моделі  $M_i(S), i \in [1, I]$ , до яких ставлять такі вимоги.

1. Повинні повно, тобто у всіх істотних аспектах  $V_j(S), j \in [1, J]$  відобразити проєктовану структуру системи – комбінацію первинних елементів  $\{s\}$ :

$$\cup M_i(s) \supseteq \cup V_j(s), \quad (5)$$

де аспектами  $V_j(S)$  для автоматизованої системи (за стандартом ISO/IEC 12207) є функції та можливості системи, організаційні вимоги та вимоги користувачів, захищеність, ергономіка, зв'язки, операції, вимоги супроводу, проєктні обмеження тощо.

2. Повинні мати можливості прогнозування одержуваних інтегральних властивостей  $K_p$  кожного розглядуваного варіанта рішення і порівняння їх з вимогами  $K_q$

Із урахуванням визначеної вище архітектури побудови, сформованих завдань ІКМСП та загальних вимог сформуємо можливі підходи до розбудови перспективної ІКМСП.

Пропонуємо такі підходи.

*Функціонально-структурний підхід (ФСП).*

Як правило, ґрунтується на принципі алгоритмічної декомпозиції: виділяються функціональні елементи системи та встановлюється суворя послідовність виконуваних дій, а кожен модуль системи реалізує один із етапів загального процесу [4, 6].

Такий підхід зазвичай передбачає роздільну побудову моделі функцій та моделі даних, для цього використовують такі моделі.

1. *Діаграма потоків даних*, або модель бізнес-процесів (Data Flow Diagram/Business Process Model), була запропонована як засіб опису процесів обробки інформації. Модель визначається як ієрархія діаграм потоків даних, що описують асинхронний процес перетворення інформації від її введення до системи до видавання користувачеві. Діаграми верхніх рівнів ієрархії (контекстні діаграми) визначають основні процеси чи підсистеми із зовнішніми входами та виходами. Їх деталізують за допомогою діаграм нижнього рівня. Декомпозицію продовжують, створюючи багаторівневу ієрархію діаграм, до досягнення елементарності процесів та неможливості подальшої деталізації.

Основні компоненти моделі: зовнішні сутності, системи (підсистеми), процеси, потоки даних та накопичувачі (сховища) даних.

Джерела інформації (зовнішні сутності) породжують інформаційні потоки, що передають дані до підсистем або процесів, які перетворюють інформацію і породжують нові потоки, передають дані до інших процесів або підсистем, накопичувачів або зовнішніх сутностей – споживачів інформації.

Визначення деякого об'єкта як зовнішньої сутності вказує на те, що вона міститься за межами модельованої системи і розкриває контекст її роботи.

Уся система складається із підсистем. Процес – частина підсистеми – перетворює вхідні потоки даних на вихідні відповідно до певного алгоритму.

Потік даних – інформація, що передається через деяке з'єднання джерела до приймача.

Починається проектування з побудови контекстної діаграми. Для простих систем – це головний процес, поєднаний із джерелами та приймачами інформації. Для складніших контекстна діаграма містить набір підсистем, з'єднаних потоками даних.

У результаті, після завершення декомпозиції та перевірки отриманих діаграм, формується фіксована функціональна структура системи.

2. *Функціональна модель SADT (Structured Analysis and Design Technique)* відображає функціональну структуру об'єкта, тобто дії, які він виконує (рис. 1). Її розробив Д. Росс, і на її основі була створена відома методологія IDEF (Icam DEFinition).

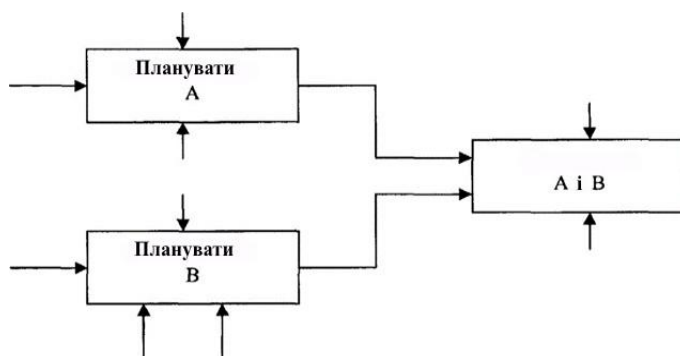


Рис. 1. Приклад діаграми SADT

Модель SADT складається з діаграм та текстових описів, що посилаються один на одного. SADT-діаграма відображає функцію (“все, що може бути виражене активним дієслівним оборотом”) у вигляді блока, інтерфейси входу-виходу відображені дугами, які описують взаємодію між блоками. Дуги обмежує фактор, що визначає сутність блоків, але не послідовності чи потоки.

Місце з'єднання дуги із блоком визначає тип зв'язку. Керуюча інформація надходить зверху, оброблювана – зліва, результати виходять праворуч. Здійснює операцію механізм (людина, система тощо) – дуга, що входить до блока знизу.

Побудова SADT-моделі починається із подання всієї системи у вигляді одного блока та дуг, що зображають зв'язок з функціями поза системою. Потім цей блок деталізується у вигляді інших діаграм, що складаються із кількох блоків, з'єднаних інтерфейсними дугами та визначальними основними підфункціями основної функції (модуля).

Кожну підфункцію можна декомпонувати з метою більшої деталізації.

Розрізняють сім типів зв'язків між функціями (блоками):

- 1) про випадкову – конкретний зв'язок між функціями слабкий або відсутній;
- 2) логічна – функції одного класу, але необхідних відносин між ними немає;
- 3) тимчасова – функції пов'язані у часі;
- 4) процедурна – функції виконуються протягом однієї частини процесу; прокомунікаційна – функції використовують ті самі вхідні дані;

- 5) (або) виробляють ті самі вихідні дані;
- 6) послідовна – вихідні дані однієї функції є вхідними даними для іншої; функціональна – елементи виконують одну функцію; математично її можна записати як:

$$C = g(B) = g(f(A)), \tag{6}$$

де  $f$  і  $g$  – функції;  $A$  – вхідна інформація для функції  $f$ ;  $C$  – вихідна інформація функції  $g$ ;  $B$  – вихідна інформація функції  $f$  і вхідна для  $g$ .

3. Модель “сутність – зв’язок” (“об’єкт – відношення”) (Entity Relationship Diagram) запропонував П. Чен як опис інформаційної моделі предметної області, не прив’язаний до інструментів реалізації структур зберігання даних у комп’ютерній системі.

Згідно з визначенням П. Чена, сутністю називається предмет, який можна чітко ідентифікувати. Сутності мають деякі властивості, названі атрибутами, значення яких видобувають із відповідної безлічі значень (домена).

Відношення визначається як асоціація сутностей і є представником одного з таких типів: один до одного, один до багатьох, багато до одного або багато до багатьох.

На діаграмі сутності зображають як прямокутники, атрибути – як еліпси, відношення – ромби (рис. 2).

Поява цієї моделі зумовила якісно новий рівень описання інформаційної складової. Вона має важливу перевагу – забезпечує єдиний формалізм в описі сутностей предметної області та компонентів реляційної бази даних, оскільки конструкції моделі чітко відповідають конструкціям найпоширенішої нині реляційної моделі даних.

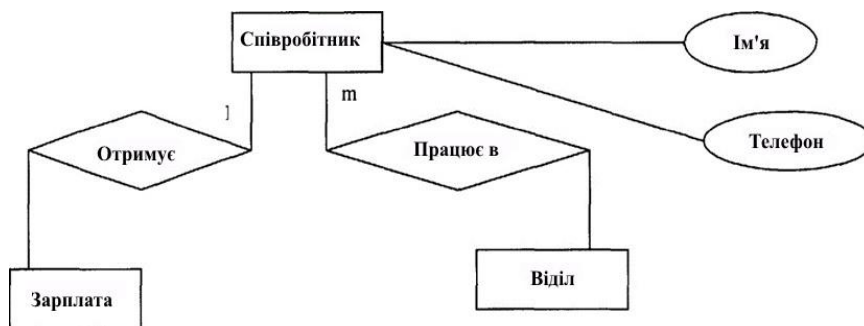


Рис. 2. Приклад ER-діаграми

Реляційна модель – це подання даних за допомогою таблиць і робота з таким поданням за допомогою набору операторів реляційної алгебри. Отже, реляційна модель пов’язана з трьома аспектами даних: структурою, цілісністю та правилами опрацювання. Це дає змогу застосувати до побудованих діаграм механізми нормалізації, щоб позбавитись надмірності.

Модель “сутність – зв’язок” стала основою для побудови розширених реляційних моделей і багатьох CASE-методів.

Відомий метод Баркера також побудований на основі моделі “сутність–зв’язок”, У ньому по-іншому визначається зв’язок, що є асоціацією між сутностями, за якої кожен екземпляр однієї сутності (батьківської) асоційований із довільною кількістю екземплярів іншої сутності (нащадка), а кожен екземпляр сутності – нащадок асоційований із лише одним екземпляром сутності-батька. Також до моделей структурно-функціонального підходу зараховують:

5. *Діаграму переходів станів* (State Transition Diagram), що переважно використовується для моделювання систем реального часу. Основними елементами моделі є стан (об’єкта або системи) та перехід із одного стану в інший. Діаграму використовують для документування станів як програмних конструкцій і об’єктів реального світу.

6. *Структурну картку* (Structure Chart). Вказує, як програмні модулі (функції) викликають одне одного під час виконання програми. Основні елементи – програмний модуль та виклик. Для

виклику можуть бути вказані параметри, що передаються і повертаються. Також є позначення виклику в циклі, умовного виклику та лексичного включення модулів.

7. *Блок-схему* (Flow Chart). Містить обчислювальні блоки, які використовує дисципліна структурного програмування. Описує алгоритми виконання процедур.

*Структурно-функціональний підхід (СФП).*

Вказаний підхід орієнтований на об'єктну декомпозицію і краще пристосований до еволюції моделі [7–9]. У ньому поведінка системи описується у термінах взаємодії об'єктів. Предметна область розподіляється на деяку множину щодо незалежних сутностей-об'єктів із властивостями і набором функцій, що застосовуються до них (методів). Отже, поняття об'єкта поєднує у собі дані (стан) і функції (поведінка).

Сьогодні за такого підходу найчастіше застосовують набір моделей, що входить до уніфікованої мови моделювання UML (Unified Modeling Language).

Ця мова була створена для описання, візуалізації та документування об'єктно-орієнтованих систем під час розроблення та покликана підтримувати моделювання складних систем на основі об'єктно-орієнтованої концепції. У 1997 р. UML був затверджений OMG (Object Management Group) як стандарт представлення об'єктно-орієнтованих моделей. Мова UML визначає набір діаграм та базовий опис (рис. 3).

Моделювання складних систем засобами UML зводиться до їх опису в різних проєкціях. Кожна проєкція описує певний аспект системи, що розробляється. Передбачені такі графічні діаграми:

1. *Діаграма варіантів використання* (Use case diagrams). Містить вимоги, які має забезпечувати система. Основні елементи моделі – користувач системи та варіанти використання системи (сервіс – автоматизовані операції).

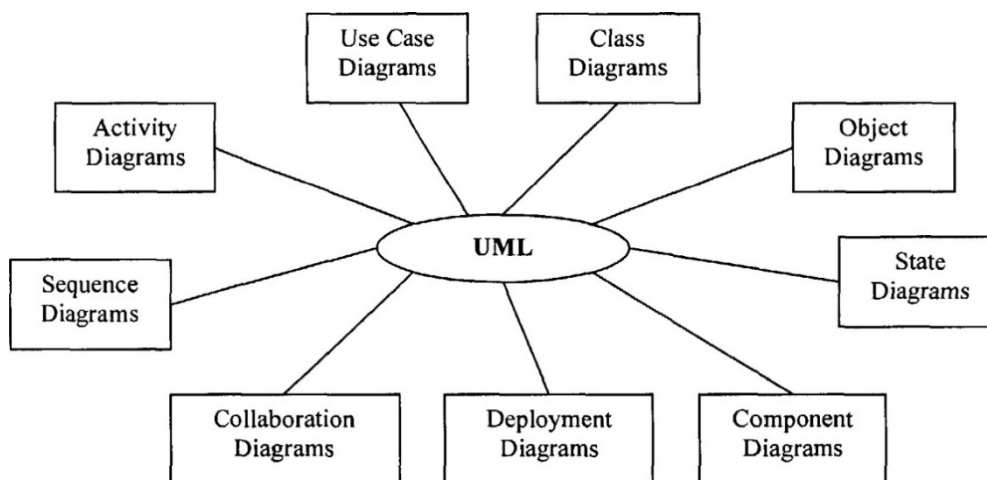


Рис. 3. Діаграми мови UML

UML реалізує нотацію варіантів використання Якобсона із незначними змінами. Варіант використання зображають еліпсом. Внутрішній зміст варіантів використання описується у словесній формі.

Обмежує застосування цієї моделі відсутність зображення вхідних та вихідних даних, комунікаційних зв'язків між варіантами використання.

Отже, діаграма створює єдину картину взаємодії функцій [11, 12].

2. *Діаграми взаємодії* (Interaction Diagram). Описують послідовність взаємодії учасників (об'єктів) у реалізації варіанта використання системи. Є два різновиди діаграм взаємодії – діаграма послідовності (Sequence Diagram) та діаграма співробітництва (Collaboration Diagram). Ці діаграми фактично є відображенням тієї самої інформації в різному вигляді й часто їх можна автоматично отримати один з одного в об'єктних CASE-системах.



3. Діаграма класів (Class Diagram) – основна модель СФП. Її можна вважати розвитком діаграми “сутність-зв’язок”. Класи в ній представляють сутності описуваної системи, але мають додаткові властивості – поведінку, абстрактність, стереотип. Зв’язки між класами також істотно різноманітніші, є успадкування властивостей, агрегація, реалізація тощо. Застосовують як опис предметної області та програмного забезпечення.

Відповідно до символіки Рамбо клас позначають прямокутником, горизонтально розділеним на три частини. У верхній частині прямокутника міститься ім’я класу, у середній – перераховано його атрибути, у нижній – зазначено операції, які виконує клас.

Примірник об’єкта деякого класу має вигляд шестикутника. У верхньому секторі записують ім’я класу, у нижньому – атрибути та їх значення. Успадкування зображають прямими лініями з незафарбованими стрілками. Асоціації (зв’язку) у діаграмі класів представляють відносини між зразками класів і їх зображають як лінії з різними значеннями, відповідними асоціації.

4. Діаграма станів (Statechart Diagram). Дещо модифікована діаграма переходів станів. Призначена для специфікації станів одного класу чи об’єкта, змінюється за різного перебігу подій внаслідок його взаємодії з іншими об’єктами з часом.

5. Діаграма процесів (Activity Diagram). Модель схожа на блок-схему програми. Відображає послідовність виконання операцій (дій).

6. Діаграма реалізації (Implementation Diagram). Показує структуру створеного програмного забезпечення. Є два види діаграм реалізації: діаграма компонентів (Component Diagram) – містить структуру вихідного коду, та діаграма розміщення (Deployment Diagram) – відображає структуру використовуваного програмного забезпечення.

Сфери застосування та обмеження для основних моделей наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Області застосування та обмеження основних моделей**

Моделі	Галузь застосування	Обмеження застосування
DFD, RAD	Засіб опису процесів оброблення інформації. Забезпечує наочну картину повної сукупності взаємодії процесів та перетворення даних. Надає можливість детально специфікувати виконання кожної операції	Погана сприйнятливність до змін, що виникли в ході та після проектування, неможливість відобразити послідовність виконання функцій, якщо вони входять у різні процеси (процеси виконуються асинхронно та ієрархічно вкладені в єдиний старший (батьківський) процес).
SADT, IDEF	Опис функцій, що виконує система або частини системи, а також інформації та предметів, за допомогою яких функції пов’язані між собою	Однією із її основних концепцій є відокремлення організації від функцій, тобто вилучення із розгляду впливу організаційної структури
ERD, KM/T	Опис предметної області як моделі даних	Для великих систем: погані доступність для огляду, керованість
Моделі мови UML	Опис предметної області	Велика кількість можливостей допомагає в описах, але ускладнює її розуміння

Загальним недоліком моделей СФП є їхня вузька спрямованість на відображення єдиного аспекту телекомунікаційної системи. Доповнює цей недолік їхньої різноманітності погана сумісність (некомплементарність). Це ускладнює їх одночасне повноцінне використання, що уможливорює недостатню увагу до будь-якого аспекту за рахунок іншого.

Під час розроблення ФСП цю проблему частково вирішено. Проте в ньому за основу взято розгляд одного із аспектів роботи системи – взаємини сутностей (об’єктів) предметної галузі, а можливість урахування при цьому впливу інших факторів на телекомунікаційну систему обмежена.

Кожна з моделей має унікальні властивості, які відсутні в інших. Жодна з них не має незаперечної переваги перед іншими. Жодна не представляє єдиний спосіб опису різних аспектів телекомунікаційної системи і не дає змоги виконувати проектування на основі будь-якої однієї моделі через складність та багатогранність описуваного.

Крім того, всі розглянуті методики та інструментальні засоби орієнтовані на мінімізацію трансформації описів проектних даних між етапами, на створення єдиної інформаційної бази та на методичну підтримку окремих завдань, таких як створення функціональних, інформаційних, поведінкових моделей об'єкта, що проектується. Однак ці методики не торкаються проблем генерації та вибору раціональних проектних рішень, які є головним результатом досліджень, які здійснюються на ранніх стадіях проектування.

## Висновки

Робота спрямована на вирішення нового актуального наукового завдання щодо формування методології побудови перспективних захищених інфокомунікаційних мереж спеціального призначення на базі каналів загального доступу.

1. Аналізування і дослідження методологічних підходів до побудови захищеної інфокомунікаційної мережі спеціального призначення на основі каналів загального доступу засвідчили, що сучасні телекомунікаційні системи та мережі, використовуючи останні досягнення в розвитку електронних комунікацій та ІТ-технологій, постійно розширюють спектр послуг, які надають, зокрема, з обслуговування суб'єктів автоматизованої інформаційної взаємодії, забезпечення доступу до різних мультимедійних сервісів і технологій, підтримки віддалених користувачів тощо. Визначено, що швидке зростання обсягів оброблюваних даних призводить до посилення імовірно-часових вимог, які ставлять до основних компонентів телекомунікаційних систем і мереж на всіх етапах інформаційного обміну даними.

2. Проаналізовано архітектуру побудови та вперше подано нову класифікацію інфокомунікаційних мереж за функціональною декомпозицією. Визначено зміст структурних складових мережі на рівні “мережа”, “система”, “інфокомунікаційна мережа” Розроблено новий функціональний опис образу перспективної мережі та її якості. На основі аналізу міжнародних та спеціальних стандартів подано нову декомпозицію сфери застосування в інфокомунікаційних мережах мережі спеціального призначення.

Запропоновано нові наукові підходи до проектування захищених інфокомунікаційних мереж спеціального призначення, які передбачають функціонально-структурний та структурно-функціональний підхід.

Відповідно до запропонованих підходів в роботі подано перелік та описання моделей побудови інфокомунікаційних мереж спеціального призначення. Розкрито їх зміст, обмеження на застосування, переваги та недоліки окремих моделей.

Сформовано нове наукове завдання стосовно проектування перспективної захищеної інфокомунікаційної мережі спеціального призначення на основі каналів загального доступу та подано його загальний опис.

## Список використаних джерел

- [1] Поповський В. В., Лемешко О. В., Ковальчук В. К., Плотніков М. Д., Картушин Ю. П. *Телекомунікаційні системи та мережі. Структура й основні функції. Том 1.* Харків: ХНУРЕ. 2018. <http://www.znanius.com/3534.html>.
- [2] Лемешко О. В., Євдокименко М. О., Єременко О. С. Оптимізаційна модель маршрутизації чутливого до затримок трафіка в інфокомунікаційних мережах. *Системи управління, навігації та зв'язку.* 2020, Вип. 2(60). С. 152–159. DOI: 10.26906/SUNZ.2020.2.152.
- [3] Кучук Г. А. *Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення: монографія.* Харків: ХУПС, 2013. 264 с.

- [4] *Математичні основи теорії телекомунікаційних систем / за заг. ред. В. В. Поповського. Харків: СМІТ, 2006. 564 с*
- [5] *Medhi, D. Network routing: algorithms, protocols, and architectures [Text] / D. Medhi, K. Ramasamy. Morgan Kaufmann Publishers, 2007. 788 p.*
- [6] *Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Київ: САММІТ-Книга, 2010. 708 с.*
- [7] *Yeremenko O. Development of the dynamic tensor model for traffic management in a telecommunication network with the support of different classes of service. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016, Vol. 6, Iss. 9 (84), 12–19. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.85602.*
- [8] *Mylopoulos John (2004). Conceptual Modelling III. Structured Analysis and Design Technique (SADT). Retrieved 21 September 2008.*
- [9] *Teodor Gabriel Crainic, Bernard Gendron, Mohammad Rahim Akhavan Kazemzadeh, A taxonomy of multilayer network design and a survey of transportation and telecommunication applications, European Journal of Operational Research, 2022, Vol. 303, Iss. 1, 1–13. ISSN 0377-2217. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.12.028.*
- [10] *Xinyun Wu, Zhipeng Lü, Fred Glover, A matheuristic for a telecommunication network design problem with traffic grooming, Omega, 2020, Vol. 90, 102003. ISSN 0305-0483. DOI:10.1016/j.omega.2018.11.012.*

## METHODOLOGY OF BUILDING PROTECTED SPECIAL PURPOSE INFORMATION COMMUNICATION NETWORKS

**O. Zakharzhevskyi**

*National University of Defense of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky,  
28, Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, 03049, Ukraine*

This article is devoted to the solution of a new topical scientific task regarding the formation of a methodology for the construction of prospective secure special purpose information communication networks. The construction architecture was analyzed and a new classification of information communication networks by functional decomposition was presented for the first time. The content of the structural components of the network at the level of “network”, “system”, “information communication networks” has been determined. A new functional description of the image of a promising network and its quality has been developed. Based on the analysis of international and special standards, the first proposed decomposition of the scope of application in information communication networks of special purpose networks is presented. New scientific approaches to the design of special-purpose protected information communication networks are proposed, which include functional-structural and structural-functional approaches. According to the proposed approaches, the work presents a list and description of models for building special-purpose information communication networks. Their content, application limitations, advantages and disadvantages of individual models are revealed. A new scientific task of designing a promising special purpose secure information communication network based on public access channels was formed and its general description was given.

**Key words:** *information communication network; building architecture; network image.*